

Observatoire Régional des Ecosystèmes Forestiers

Synthèse OREF 2025



Travaux menés sur
l'année 2025

Table des matières

1	Rappels sur l'observatoire	2
1.1	Objectif du réseau d'observation :.....	2
1.2	Constitution du réseau d'observation	3
1.3	Les partenaires de l'OREF	3
1.4	Le financement de l'OREF.....	5
1.5	La méthodologie.....	5
2	Synthèse des 6 indicateurs régionaux	8
2.1	DONNEES METEOROLOGIQUES	9
2.1.1	Synthèse cartographique grâce aux données Météo France	9
2.1.2	Etude du Microclimat avec l'Université Picardie Jules Verne.....	18
2.2	DONNES BOTANIQUES	19
2.2.1	Avant-propos	20
2.2.2	Inventaire floristique 2025	22
2.2.3	Comparaison avec les inventaires précédents	31
2.2.4	Annexe 1 : Protocole d'inventaire floristique RENECAFOR.....	34
2.2.5	Annexe 2 : Données des inventaires 2025 par essence.....	37
2.3	DONNEES PHENOLOGIQUES	43
2.3.1	Synthèse annuelle du réseau	44
2.3.2	Synthèse sur plusieurs années de suivi	48
2.4	DONNEES POLLINIQUES	77
2.5	DONNEES PHYTOSANITAIRES	79
2.5.1	Synthèse des placettes	80
2.5.2	Synthèse régionale du DSF Nord Ouest	83
2.6	DONNEES DENDROLOGIQUES	87
2.7	REACTUALISATION DU POOL DE PLACETTES	87
3	Conclusion	88
4	Perspectives et remerciements	88

1 Rappels sur l'observatoire

1.1 Objectif du réseau d'observation :

- recueillir des données sur l'évolution de différentes composantes de l'écosystème forestier,
 - o en s'appuyant sur des réseaux existants et en valorisant des données déjà relevées pour d'autres raisons,
 - o en étant cohérent avec les démarches qui existent au niveau national,
 - o en travaillant en partenariat avec les structures compétentes sur le suivi des différents indicateurs définis,
 - o en n'excluant pas d'intégrer ponctuellement des observations relatives aux milieux associés aux forêts (écotones ou milieux ouverts) qui réagissent souvent plus rapidement ;
- les analyser avec un regard spécifique sur les changements globaux ;
- améliorer nos connaissances sur la façon d'adapter la gestion à ces changements pour sensibiliser les propriétaires et gestionnaires forestiers.

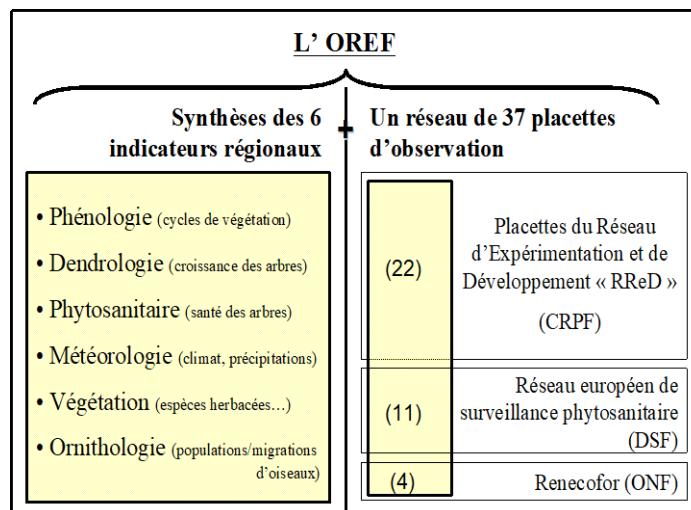
1.2 Constitution du réseau d'observation

Le réseau d'observation de l'OREF est constitué :

→ **de 37 placettes permanentes :**

- 11 placettes appartenant au réseau européen, coordonné par le DSF ;
- 4 placettes du réseau Renecofor, suivies par l'ONF ;
- 22 placettes issues du réseau RRED, mis en place par le CRPF.

→ **de synthèses régionales issues des résultats obtenus par l'intermédiaire d'autres réseaux d'observation (naturalistes, programmes de recherche...).**



Réseau de placettes permanentes de l'OREF

1.3 Les partenaires de l'OREF

Le comité de pilotage est évolutif, certains partenaires étant identifiés au fur et à mesure. Ce partenariat est crucial car il doit permettre d'alimenter les observations qui sont utilisées pour compléter les données relevées sur les placettes permanentes en s'appuyant sur les compétences variées des différentes structures. Il est également important car il permet des échanges sur les protocoles, les indicateurs suivis, les méthodes d'analyse et les résultats.

Voici la liste actualisée des différentes structures participant :

	Structure	Participant
<i>Inventaire et synthèse</i>	<i>CRPF Hauts-de-France Normandie</i>	Noémi HAVET, Pauline SURMONT, Aubin VALANCHER, Clémence BESNARD Julien LAGER
	<i>ONF</i>	Stéphane BRAULT
<i>Structures nationales</i>	<i>IDF- CNPF</i>	Céline PERRIER,
	<i>INRA UMR BIOGECO station de recherches forestières de Bordeaux Cestas</i>	Alexis DUCOUSSO
	<i>INRA de Nancy, laboratoire d'écologie et d'écophysiologie f.</i>	Vincent BADEAU
	<i>AGROPARISTECH ENGREF</i>	François LEBOURGEOIS
	<i>Météo France</i>	Bruno JACQUEMIN, Jean-Marc PIETRZAK
<i>Structures régionales ou départementales</i>	<i>Département Santé des Forêts</i>	Fabien CAROULLE, LAUBRAY Simon
	<i>Conservatoire Botanique National de Bailleul</i>	
	<i>Conservatoire d'Espaces Naturels des Hauts-de-France</i>	Amandine DELORY
	<i>Picardie nature</i>	Lucie DUTOUR/ Sébastien MAILLIER
	<i>GON</i>	Sarah PISCHIUTTA
	<i>Office Français de la biodiversité</i>	Cléante GABILLE Lou DENGREVILLE
	<i>Université Picardie Jules Verne</i>	Guillaume DECOCQ/ Jonathan LENOIR
	<i>Espaces Naturels Régionaux</i>	MARCHYLLIE Michel
	<i>Adree</i>	Jérôme CANIVE
	<i>CERDD (Observatoire Climat des Hauts-de-France)</i>	Pierre BRONCIARD et Anastasia IVANOSKY
	<i>Conseil Régional Hauts-de-France</i>	
	<i>Association pour la prévention pollution atmosphérique</i>	
	<i>DREAL Hauts-de-France</i>	Valérie RAEVEL
	<i>DRAAF Hauts-de-France</i>	Dominique EVRARD
	<i>DDT de l'Aisne</i>	Vincent DURIEUX
	<i>DDTm du Pas-de-Calais</i>	Jérôme HOCHART
	<i>DDTM de la Somme</i>	Pascal LAMBERT
	<i>DDT de l'Oise</i>	Béatrice AUGER
	<i>DDTm du Nord</i>	Mathieu FLOUREZ
	<i>FIBOIS Hauts-de-France</i>	Fanny CADORET
	<i>Fransylva</i>	Marie PILLON

Le CNPF fait également partie de l'Observatoire des saisons piloté par Isabelle CHUINE (CNRS) et Tela Botanica.

Les travaux de l'OREF sont utilisés en région par l'**Observatoire Climat Hauts-de-France**, les SRCAE, et le **Plan Régional de la Forêt et du Bois** mais également au niveau national pour **des programmes de recherche (CESBIO, Université Picardie Jules Verne...).**

1.4 Le financement de l'OREF

L'OREF a été mis en place en 2005 par le CRPF dans le cadre du projet franco-anglais Interreg IIIa n°217 « gestion forestière et biodiversité : enjeux écologiques et économiques » cofinancé par le programme France Manche et les Conseils régionaux Nord Pas de Calais et Picardie.

Un autre projet Interreg franco-anglais intitulé Multi-For et réunissant 8 partenaires français et anglais a pris la suite jusque fin 2012. L'appui financier des deux Conseils régionaux de Picardie et du Nord Pas de Calais permet de poursuivre le travail de suivi engagé.

Ce projet a notamment permis :

- de réaliser une campagne d'analyse de **dendrochronologie** en Angleterre et en France avec la Forest Research ;
- d'étendre les suivis **phénologiques** en forêt publique en partenariat avec les Agences de l'Office National des Forêts de Nord Pas de Calais et Picardie ;
- de réaliser une **étude génétique** sur le Hêtre en Picardie en relation avec le laboratoire BIOGECO de l'INRA ;
- de travailler avec l'Université Lille 1 et le CBNBI sur la comparaison de relevés floristiques des placettes permanentes de l'OREF,
- d'établir une **liste d'espèces floristiques ou faunistiques** potentiellement en lien avec le changement climatique dont on pourra suivre l'évolution sur le long terme, ceci grâce à un partenariat avec le Conservatoire des Espaces Naturels de Picardie.

Pour les années 2013, 2014 et 2015, l'OREF a été financé dans le cadre du **projet franco-anglais ADAFOR** (www.adafor.eu) par le programme européen de coopération transfrontalière INTERREG IV A France (Manche) Angleterre (FEDER) ainsi que par les Conseils Régionaux de Picardie et du Nord-Pas de Calais. Grâce à cela, des collaborations déjà existantes ont pu être réitérées et de nouveaux partenariats ont été créés.

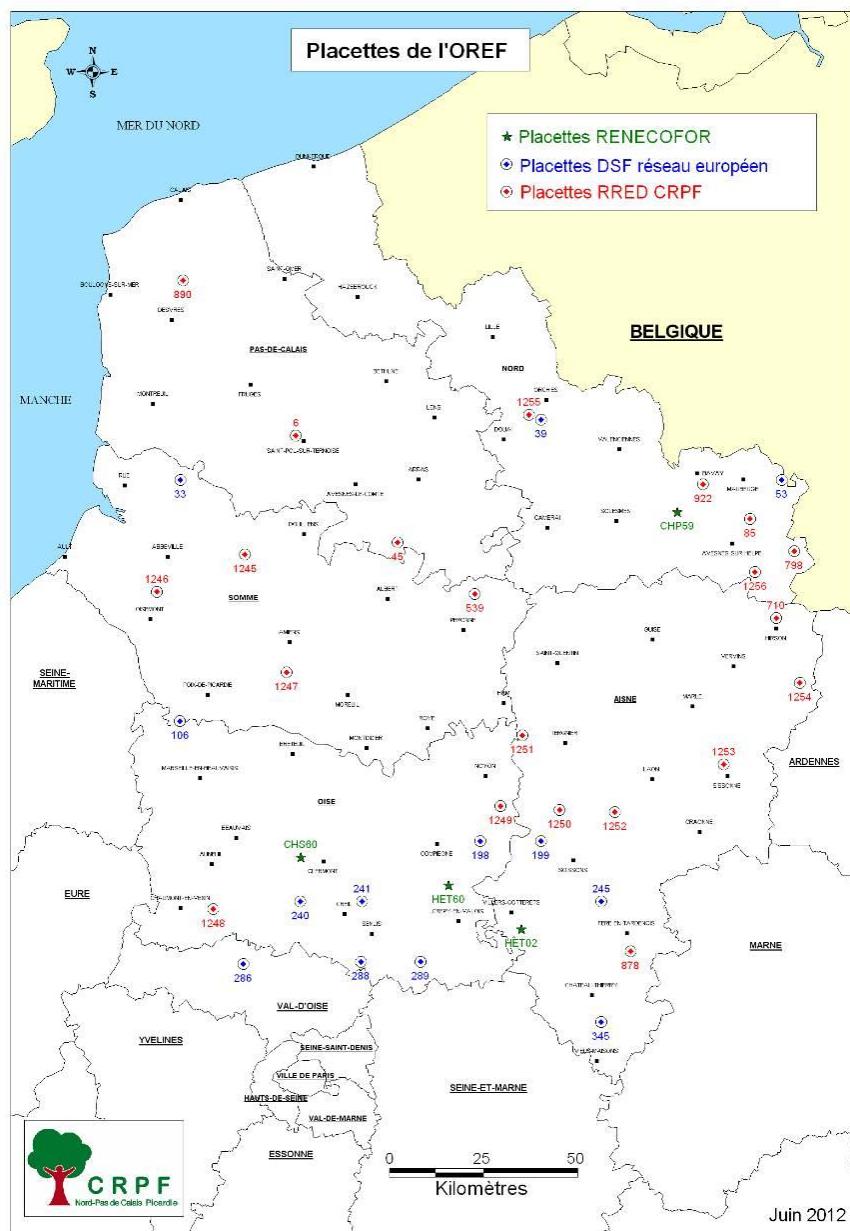
Depuis 2017, l'OREF est financé par le conseil régional des Hauts-de-France.

1.5 La méthodologie

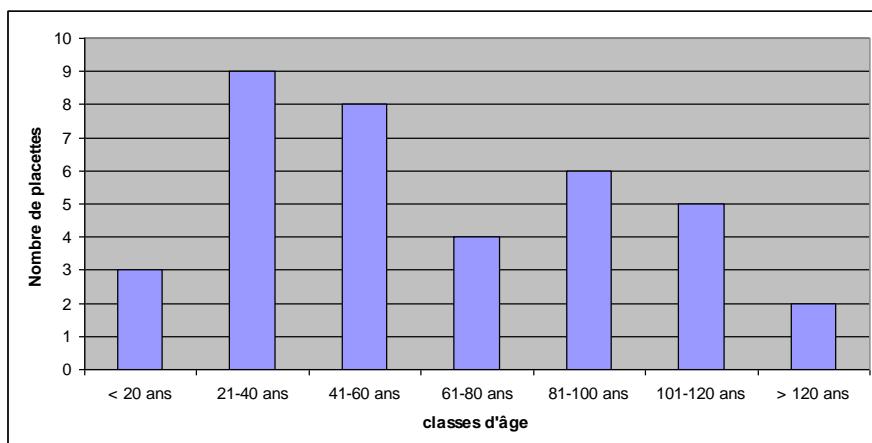
Pour rappel, les protocoles détaillés relatifs au suivi de tous les indicateurs de l'OREF ne sont pas repris dans cette synthèse mais figurent dans un fascicule spécifique disponible sur demande.

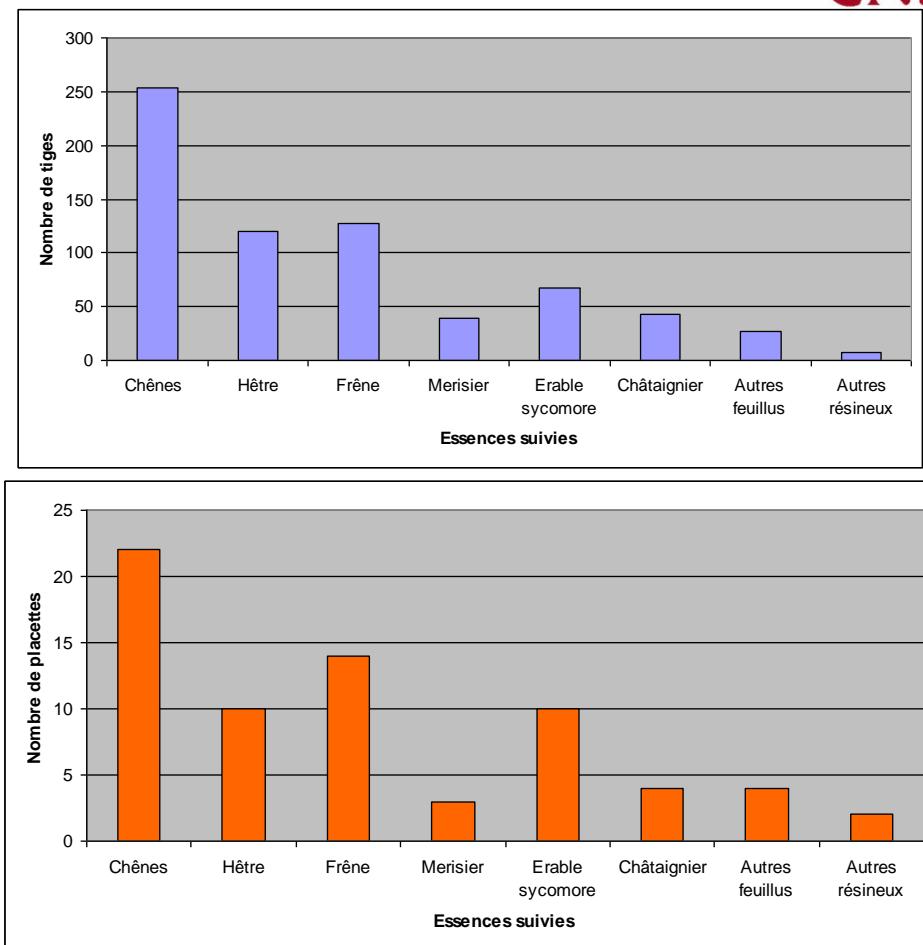
En 2012, le dispositif a connu différentes évolutions pour intégrer les remarques justifiées de nos partenaires. Ainsi, plusieurs placettes ont été remplacées afin :

- de disposer de placettes dans des zones géographiques stratégiques non couvertes (carrefours biogéographiques, zones de déplacement des espèces, champagne crayeuse, languette reliant le plateau picard (tonalité xérique) avec les vallées de la Seine et de la Loire),
- de rééquilibrer les classes d'âge des peuplements suivis,
- d'améliorer la représentativité des essences observées.



Réseau de placettes intégrées au réseau OREF en 2012





Répartition des classes d'âge, des essences et des densités selon le nouveau réseau de placettes OREF en 2012

Un groupe de travail qui s'est réuni le 3 Juillet 2012 a validé le nouveau plan d'échantillonnage et a également permis de décider de :

- réaliser des suivis botaniques moins fréquents mais avec deux passages annuels pour intégrer les vernelles à nos relevés.
- appliquer le modèle de bilan hydrique journalier BILJOU sur des placettes ciblées pour mieux comprendre l'impact des phénomènes de sécheresse sur les peuplements.
- étendre notre suivi phénologique à certaines placettes permanentes de l'OREF pour croiser les données sur certaines placettes.

=> En 2025, il n'y a pas eu de changements dans les protocoles ni dans les placettes.

2 Synthèse des 6 indicateurs régionaux

L'année 2025 est la **dix-huitième année de suivi complet** et permet donc d'effectuer des comparaisons interannuelles pour certains des indicateurs suivis. Ce bilan est composé de la synthèse des données par indicateurs.

2.1 DONNEES METEOROLOGIQUES

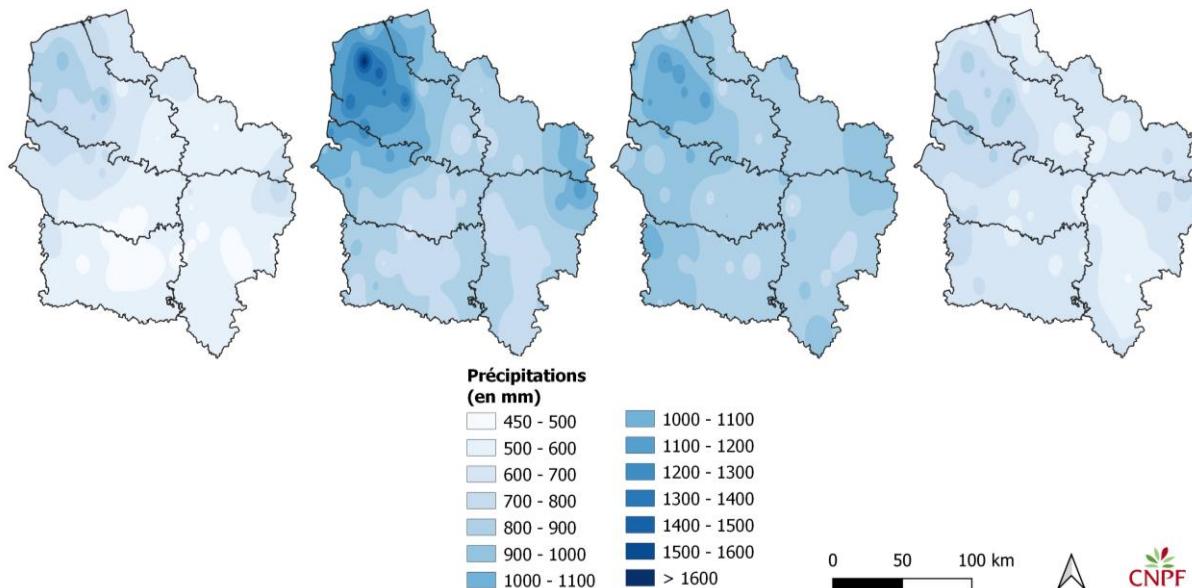
2.1.1 Synthèse cartographique grâce aux données Météo France

2.1.1.1 Bilan annuel global

→ Précipitations

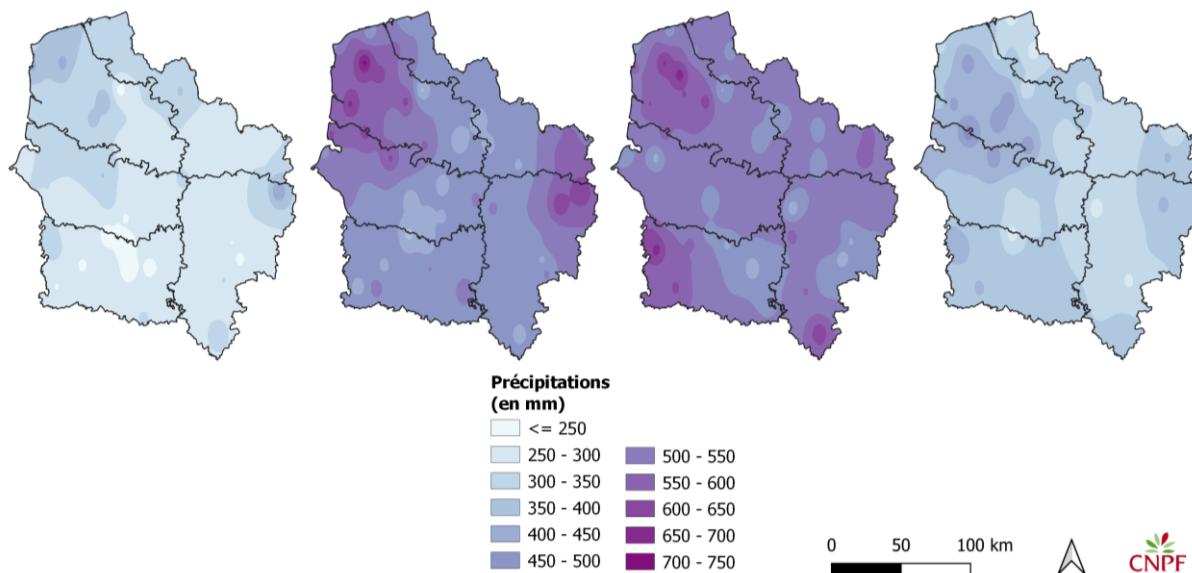
A l'échelle annuelle, **2025 a été une année plutôt sèche**. Le **cumul moyen** est d'environ **650 mm** (654 mm), ce qui reste supérieur au 600 mm de 2022; mais bien inférieur aux 900 mm de 2023 et 2024. **Les valeurs s'étendent de 485 à 936 mm**, ce qui se rapproche de nouveau de 2022 dont les extrêmes étaient de 421 à 995 mm ; alors qu'ils atteignaient au moins les 600 mm et montaient jusqu'à 1200 voire 1600 mm en 2024 et 2023. **2025 se rapproche donc davantage de 2022 que des deux années intermédiaires**, particulièrement fournies en pluies.

Précipitations annuelles en Hauts-de-France,
de 2022 à 2025, respectivement de gauche à droite



La période de végétation a été cependant un peu **mieux épargnée** qu'en 2022. Le **cumul moyen** atteint **368 mm** alors qu'il était de 296 ; 503 et 522 mm respectivement entre 2022 et 2024 : l'écart augmente avec 2022 alors qu'il diminue fortement avec 2023 et 2024. Les valeurs s'étendent de 264 à 535 mm en 2025.

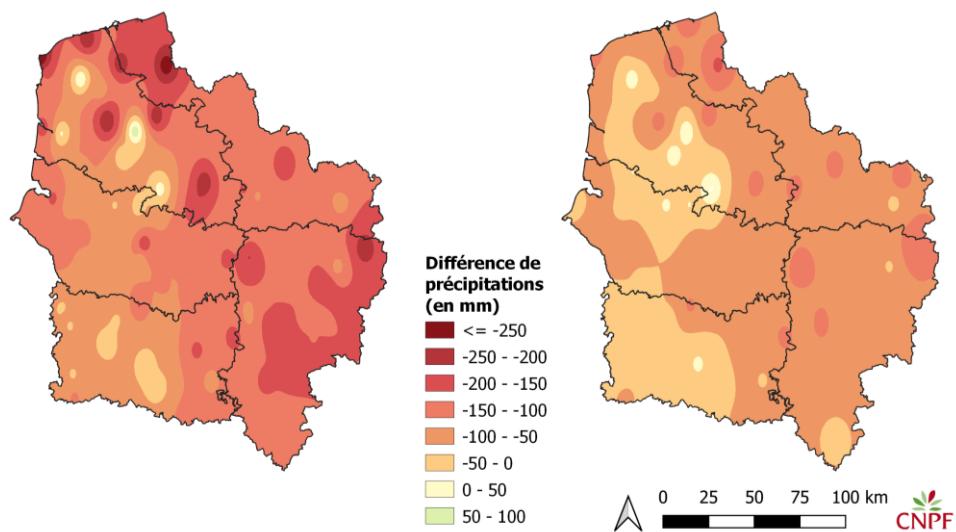
Précipitations en période de végétation, en Hauts-de-France,
de 2022 à 2025, respectivement de gauche à droite



A l'inverse de 2023 et 2024, les **écart aux normales de précipitations restent tout de même presque partout négatifs**, que ce soit à l'échelle de l'année ou de la période de végétation, avec des moyennes respectives de -120 et -66 mm. Le Nord (les **Flandres maritime et intérieure** et la **pointe du Boulonnais**, habituellement bien fournie) et l'Est (**Ardennes Primaires**) de la région sont **davantage concernés**. Le déficit y atteint même -161 mm en période de végétation et -311 mm à l'année. Mais comparé à 2022, où il y avait un fort gradient entre le Nord-ouest et le Sud-Est ; **les disparités sont réparties de façon plus homogène**.

Ecart entre les précipitations de 2025 et celles de référence*,
en Hauts-de-France, sur l'année entière (à gauche) et sur la
période de végétation (à droite)

* 1991 - 2020

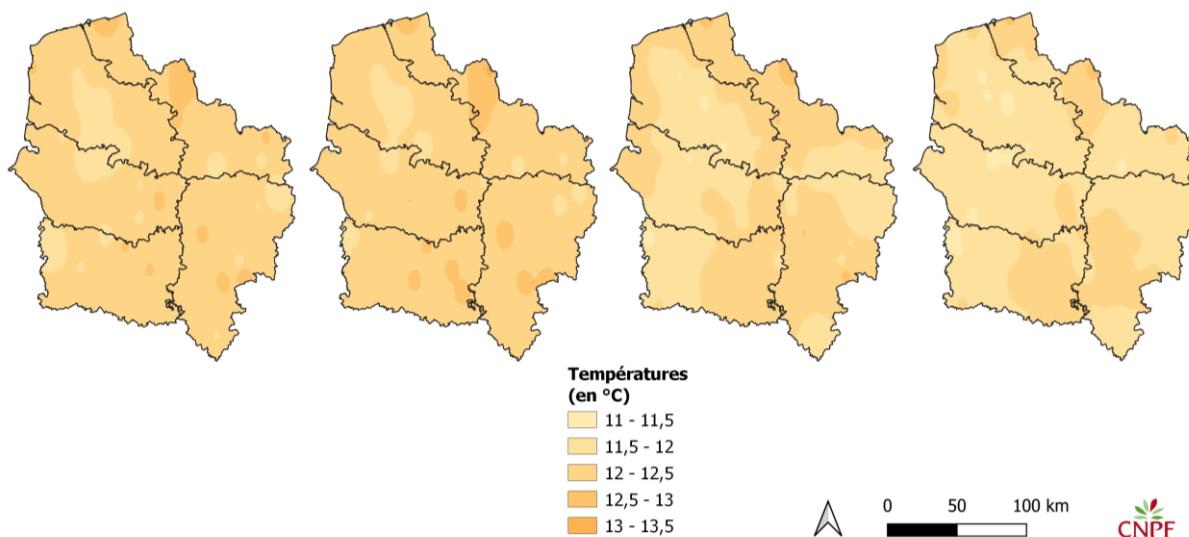


A première vue, même si 2025 a été une année plutôt sèche, la pluviométrie semble avoir tout de même été relativement homogène à l'échelle du territoire et entre les périodes de végétation ou non.

→ Températures moyennes

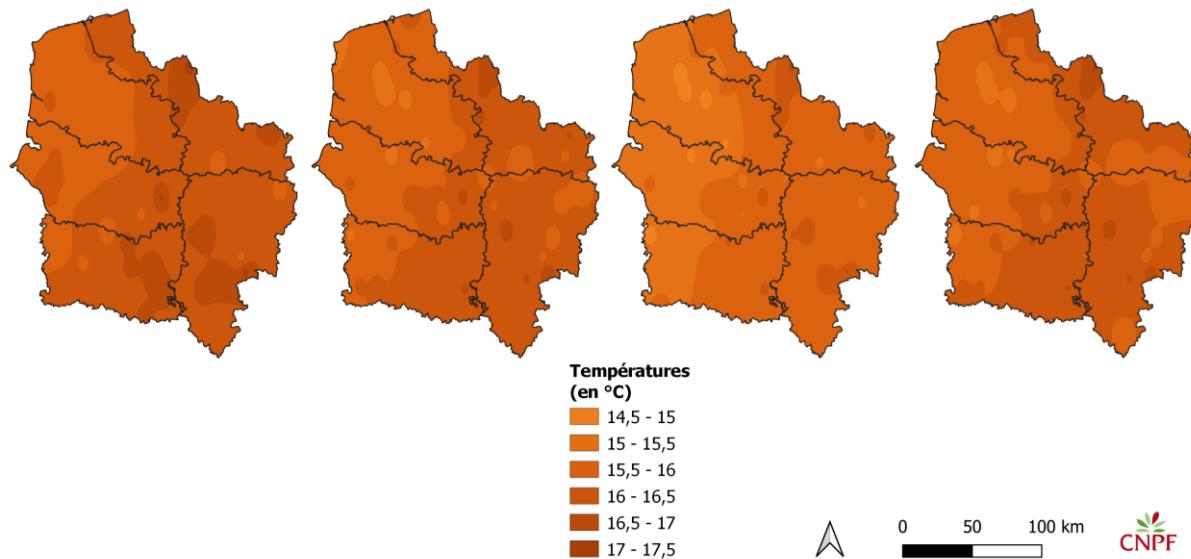
Les températures moyennes annuelles de 2025 sont comprises entre 11,2 et 12,7°C, ce qui est inférieur à chacune des années précédentes (11,6-13,0 °C en 2022 ; 11,6-13,1°C en 2023 et 11,3-12,9 °C en 2024). La **moyenne** est d'ailleurs de **11,9°C**, ce qui est également **inférieur à chacune des années précédentes** (12,2 °C en 2022 ; 12,3°C en 2023

Température moyennes annuelles en Hauts-de-France,
de 2022 à 2025, respectivement de gauche à droite



En **période de végétation**, la **moyenne** des températures moyennes s'élève à **16,0 °C en 2025** ; bien qu'elle reste inférieure à celle de 2022 (16,2°C), elle se retrouve **similaire à 2023 et même bien supérieure à 2024** (15,6°C). Les températures annuelles plus basses de 2025 sont donc surtout expliquées par les températures plus basses en périodes hivernales.

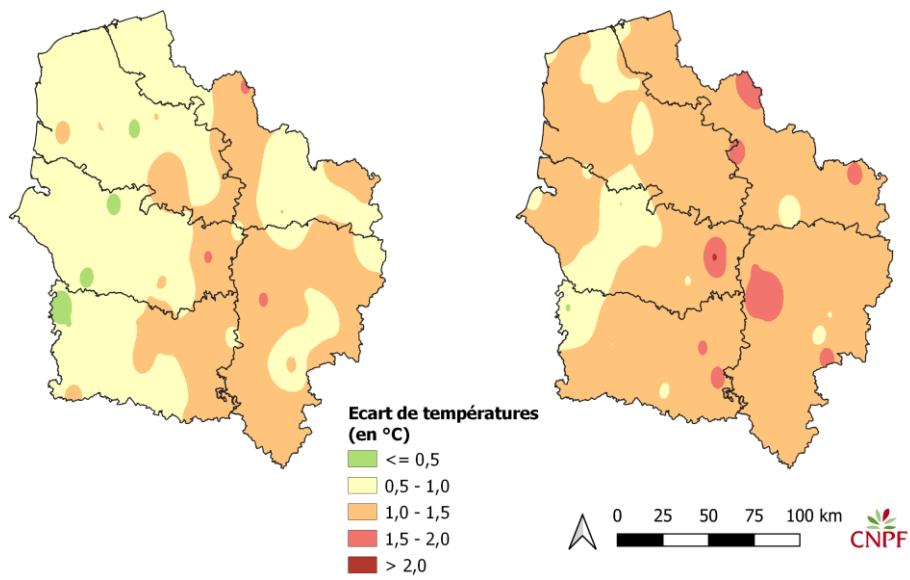
Température moyennes en période de végétation, en Hauts-de-France,
de 2022 à 2025, respectivement de gauche à droite



Ces interprétations se retrouvent effectivement lorsqu'on observe les écarts aux moyennes de référence. A l'échelle annuelle, la région est en moyenne de +0,9 °C par rapport à la référence, ce qui reste inférieur à +1°C. Et la répartition géographique est globalement homogène, tantôt inférieure, tantôt supérieure à +1 °C. A noter que, par rapport aux années précédentes, il y a davantage de zones où l'écart est inférieur à +0,5°C. En revanche, la période estivale semble avoir été assez chaude, avec une moyenne de +1,2°C. De façon similaire, la répartition est assez homogène sur la région mais on peut tout de même relever que pour la première fois, il y a un endroit où l'écart est supérieur à +2°C (Est de la Somme, au Sud de Péronne).

Ecart entre les températures de 2025 et celles de référence*,
en Hauts-de-France, sur l'année entière (à gauche) et sur la
période de végétation (à droite)

* 1991 - 2020

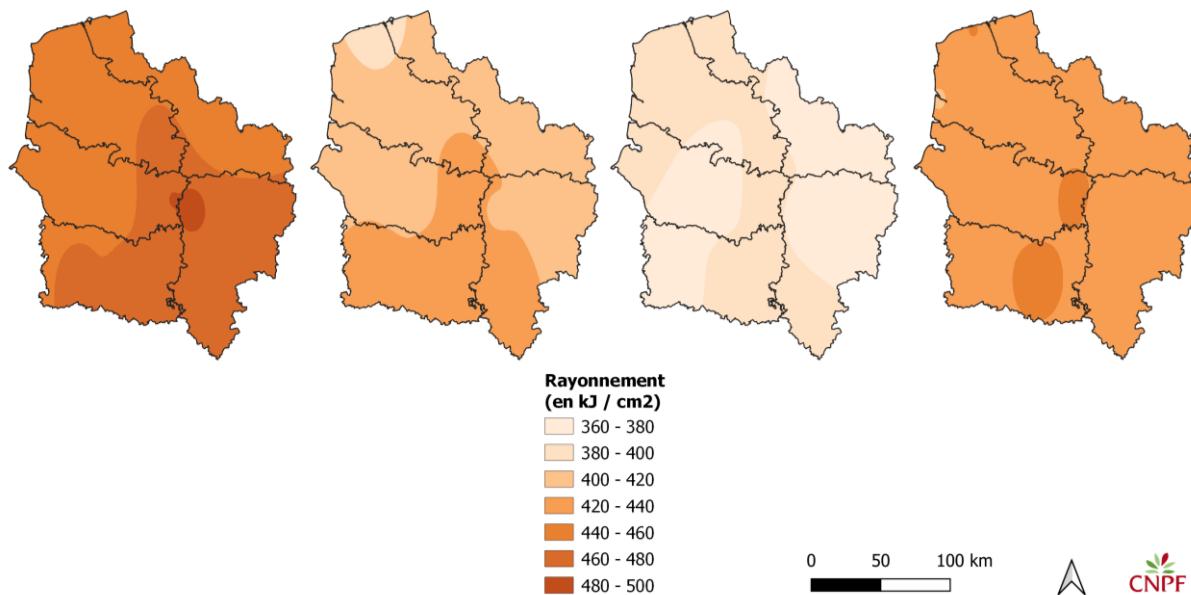


→ Rayonnement

Le rayonnement global annuel de 2025 s'élève entre 420 et 446 kJ/cm². La moyenne atteint 434 kJ/cm², ce qui est un peu moins qu'en 2022 (6% de moins) mais un peu plus qu'en 2023 (4% de plus).

Pour cette donnée, il n'existe pas suffisamment de données en libre accès entre 1991 et 2020 pour construire une carte d'écart à la normale afin de comparer. Ceci dit, Météo France -qui possède davantage de données-, indiquait que l'ensoleillement annuel de 2022 sur la région était supérieur aux normales de 20% en moyenne. Même si les données ne sont pas directement comparables car construites de façons différentes, on peut raisonnablement interpréter que les rayonnements globaux annuels obtenus en 2025 sont encore supérieurs aux références de 1991-2020.

Rayonnement annuels en Hauts-de-France,
de 2022 à 2025, respectivement de gauche à droite

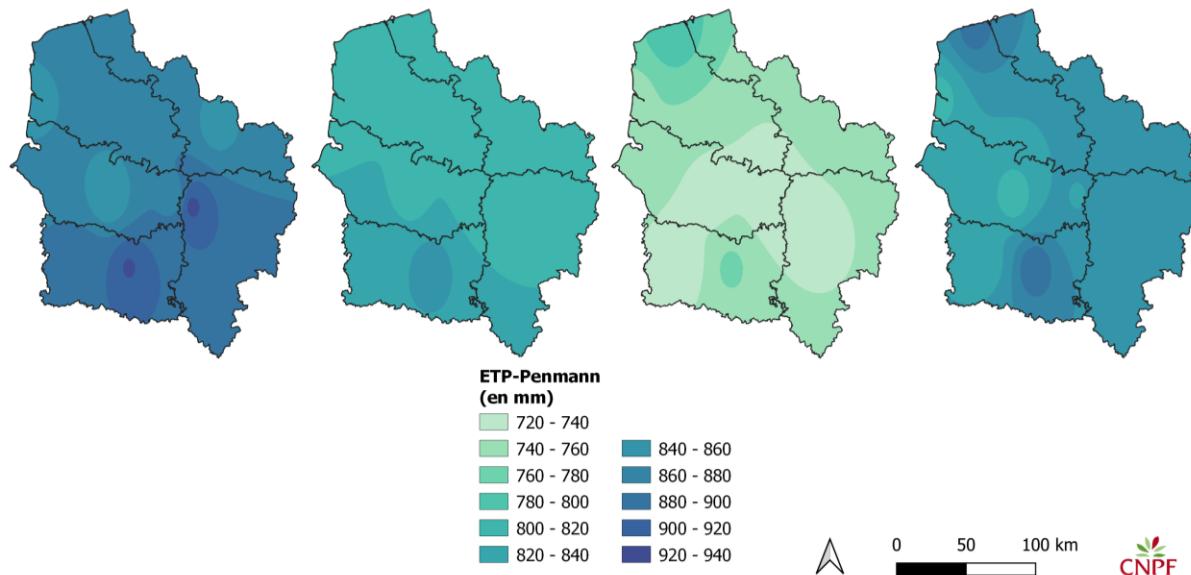


→ Evapotranspiration

Considérant les interprétations précédentes, l'analyse pour l'évapotranspiration est peu surprenante. Les valeurs varient entre 808 mm et 898 mm. Les données sont **supérieures à 2024**, avec une **moyenne à 847 mm** contre 746 mm; plaçant 2025 de façon **intermédiaire entre 2023** (821 mm) et **2022** (878 mm).

Il n'est pas possible de comparer ces valeurs aux normales de référence car, comme pour le rayonnement, il n'a pas été possible de construire des cartes d'écart à la normale.

Evapotranspiration annuelles en Hauts-de-France,
de 2022 à 2025, respectivement de gauche à droite



2.1.1.2 Synthèse par saison (source : donneespubliques.meteofrance.fr)

* Printemps 2025 (mars – mai)

Températures

- Le printemps 2025 a été particulièrement chaud avec des températures bien au-dessus des normales saisonnières.
- Sur la moitié nord (incluant les Hauts-de-France), l'anomalie thermique moyenne était positive par rapport à la normale 1991-2020, indiquant un printemps plus chaud que la moyenne.

Précipitations & soleil

- La pluviométrie a été faible et le printemps très ensoleillé, surtout au nord du pays, ce qui a accentué la sécheresse des sols dans certaines zones.

* Été 2025 (juin – août)

Températures

- L'été 2025 est l'un des étés les plus chauds jamais enregistrés en France (au 3^e rang historique) avec des anomalies positives importantes.
- En Hauts-de-France, la température estivale a été supérieure à la normale d'environ +1,4 °C.

Précipitations

- L'été a été déficitaire en pluviométrie dans plusieurs régions, notamment dans le nord, avec moins de jours de pluie que la normale.

👉 Autres points marquants

- Plusieurs vagues de chaleur importantes ont eu lieu, avec un nombre élevé de jours en conditions de vague de chaleur, ce qui a renforcé la sécheresse des sols et accru les risques d'incendie dans certaines zones (cette tendance étant notable au niveau national).

🍂 Automne 2025 (septembre – novembre)

🌡️ Températures

- L'automne 2025 a présenté des températures proches ou légèrement au-dessus des normales dans le nord du pays, notamment dans les Hauts-de-France où l'anomalie de saison atteignait environ +0,6 à +0,7 °C.

☔️ Précipitations

- Les précipitations ont été plutôt proches des normales dans le nord-ouest, bien que la saison ait montré des disparités régionales selon les mois.

❄️ Hiver 2025 (décembre 2025 – février 2026)

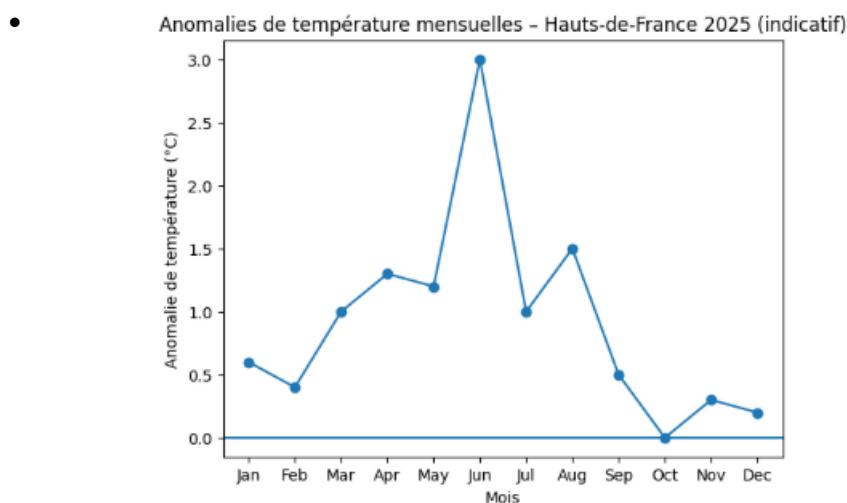
🌡️ Températures

- L'hiver 2025 a été relativement proche des normales dans le nord du pays, surtout comparé à d'autres régions plus chaudes. Les anomalies positives y étaient faibles à modérées.

ⓧ Gel et conditions hivernales

- Le nombre de jours de gel en plaine était proche des valeurs saisonnières typiques, indiquant un hiver sans excès marqué de douceur ou de froid extrême.

📈 Anomalies de température mensuelles



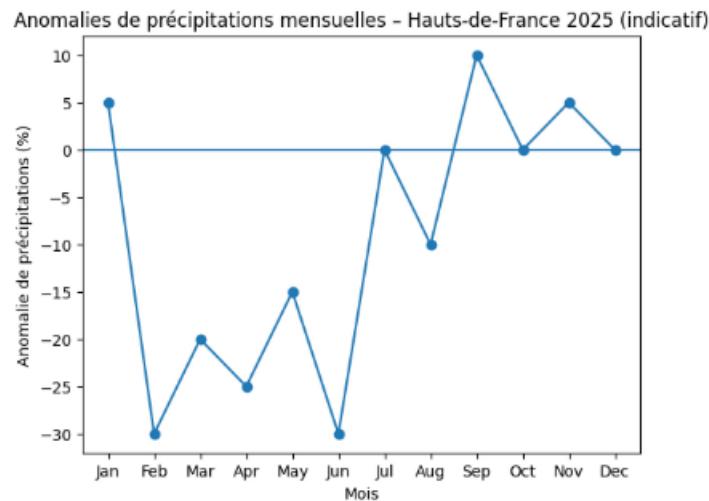
On voit très bien :

- un printemps nettement plus chaud que la normale (mars à mai),
- un pic exceptionnel en juin ($\approx +3^{\circ}\text{C}$),

- un été durablement chaud (juillet–août),
- puis un retour proche des normales à l'automne.

Cela confirme que 2025 est une année globalement chaude, avec un signal très marqué au début de l'été.

◆ Anomalies de précipitations mensuelles



Signature très nette :

- fort déficit pluviométrique en février, avril et surtout juin,
- printemps et début d'été secs,
- légère compensation en septembre,
- automne et hiver plutôt proches des normales.

Cette combinaison chaleur + déficit de pluie explique bien :

- le stress hydrique des sols,
- les effets observés sur la phénologie (débourrement avancé, sénescence parfois précoce).

BILAN METEOROLOGIQUE 2025

Avec un peu plus de 1 °C au-dessus de la normale 1991-2020, 2024 est la 4e année la plus chaude en L'année **2025** s'inscrit dans la continuité des années récentes marquées par le **réchauffement climatique**. En **Hauts-de-France**, elle se caractérise par des **températures globalement supérieures aux normales climatiques (1991-2020)**, associées à une **pluviométrie déficitaire au printemps et en été**. Ces conditions ont eu un **impact direct sur la phénologie des arbres**, en modifiant le calendrier des stades biologiques.

-  **Températures**
- **Anomalie thermique annuelle** estimée autour de **+0,8 à +1,0 °C**.
- **Printemps 2025** : particulièrement **chaud et ensoleillé**, avec une avance marquée des températures dès mars.
- **Été 2025** : très chaud, marqué par un **mois de juin exceptionnel** ($\approx +3$ °C par rapport à la normale), suivi d'un été durablement chaud.
- **Automne et hiver** : températures globalement **proches des normales**, sans épisodes froids majeurs prolongés.
-  **Précipitations**
- **Déficit pluviométrique marqué** au printemps (février à juin).
- **Été sec**, avec un déficit estimé autour de **-20 %** selon les secteurs.
- **Automne** plus conforme aux normales, permettant une recharge partielle des sols.
- **Bilan annuel** : pluviométrie globalement proche de la normale, mais **mal répartie dans l'année**.

2.1.2 Etude du Microclimat avec l'Université Picardie Jules Verne

Le CRPF et l'EDYSAN collaborent dans le cadre de mise en place de stations météorologiques sur quelques placettes de l'OREF en vue d'étudier le microclimat forestier.

Le matériel choisi, des sondes de température HOBO, et sa mise en place (une au centre de la placette et une hors couvert) est conforme aux attentes des deux structures. Les données enregistrées ont une fréquence journalière. Vingt placettes ont été installées à l'été 2019 et ont fait l'objet de deux relevés en 2020 et un en 2021. Malheureusement à cause des dégradations nous sommes passés de 20 sondes à 19.

En 2021, à la demande de l'université nous avons complété l'étude par la mise en place de sonde dans le sol. 2025 a consisté à relever les données.



Une présentation a été réalisée en comité de pilotage en décembre 2025
 La présentation est sur ce lien

[Eva GRIL - COPIL OREF - LiDAR & microclimat forestier](#)

N° placette	Commune	idt_logger	Date DEBUT enregistrement
<u>241 DSF</u>	Verneuil en halatte 60	1_241_DSF	03/07/2019
<u>240 DSF</u>	Foulangues 60	2_240_DSF	03/07/2019
<u>1248</u>	Sénots 60	3_1248	03/07/2019
<u>6</u>	Gauchin Verloingt 62	4_0006	04/07/2019
Milieu ouvert		4b_0006	04/07/2019
<u>85</u>	Bucquoy 62	5_0085	04/07/2019
<u>106 DSF</u>	Hescamps 80	6_106_DSF	05/07/2019
<u>1246</u>	Limeux 80	7_1246	05/07/2019
<u>1245</u>	Ribeaucourt 80	8b_1245	18/07/2019
<u>1247</u>	Dury 80	9_1247	05/07/2019
<u>1255</u>	Flines-lez-Raches 59	10_1255	04/06/2021
<u>1256</u>	Féron 59	11_1256	10/07/2019
<u>1254</u>	Aubenton 02	12_1254	11/07/2019
<u>1253</u>	Sissone 02	13_1253	11/07/2019
<u>1252</u>	Pinon 02	14_1252	11/07/2019
<u>345 DSF</u>	Chézy-sur-Marne 02	15_345_DSF	12/07/2019
<u>878</u>	Villers sur Fère 02	16_878	12/07/2019
<u>1250</u>	Pont saint Mard 02	17_1250	12/07/2019
<u>198 DSF</u>	Berneuil sur Aisne 60	18_198-DSF	13/07/2019
<u>1249</u>	Caisnes 60	19_1249	13/07/2019

2.2 DONNES BOTANIQUES

D
a
m
i
e
n
T
O
P
-
C
E
N
P
i
c



Ephippiger des vignes

Suite à l'évolution du protocole en 2012 (avec prise de décisions de faire deux passages dans l'année et d'effectuer un relevé des vernelles), **l'année 2015 a été la première année de campagne terrain suivant le protocole RENECOFOR.** et 2020 en a été la seconde. 2025 a pas fait l'objet de relevés botaniques présentés ci-après.

2.2.1 Avant-propos

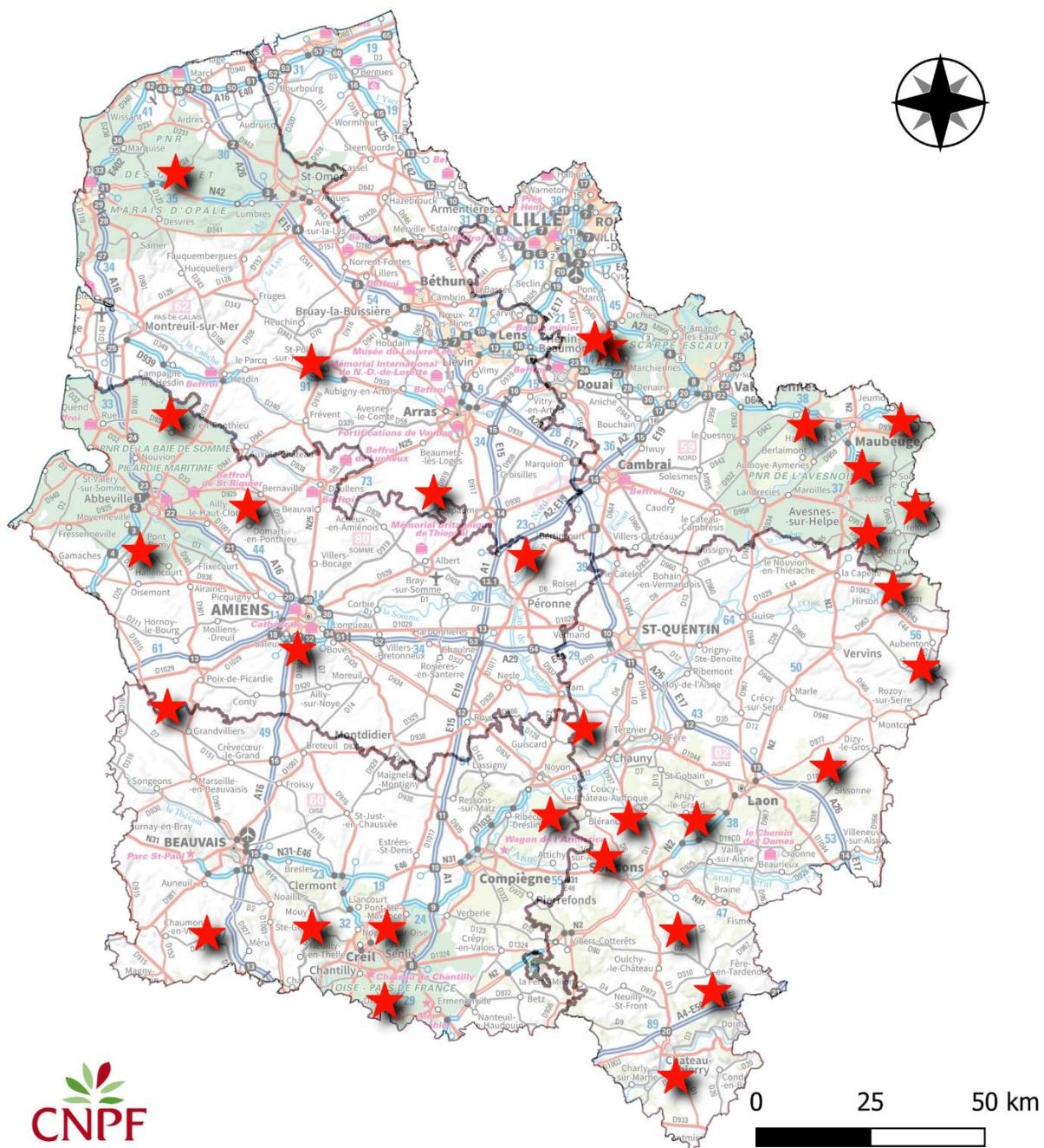
L'analyse suivante synthétise les observations et résultats des deux campagnes de terrain de suivi botanique menées sur le réseau de placette de l'**Observatoire Régional des Ecosystèmes Forestiers (OREF)** durant l'année **2025**. Le protocole est disponible en annexe. Y sont détaillés la définition des strates de végétations ainsi que les coefficients de présence/abondance. En tout, **31 placettes** ont été inventoriées avec la particularité qu'une d'entre elle n'a malheureusement pu être visitée qu'une seule fois (contre deux passages sur les autres) ; et que, par rapport à 2020, une placette n'est plus accessible et deux ont été réhabilitées suite à une mise en pause pour cause de perturbation d'aléas climatique.

Deux passages y ont été effectués, un au printemps et un à l'été :

- | La première campagne, printanière, s'est déroulée du 7 au 17 avril 2025.
- | La seconde campagne, estivale, quant à elle, s'est déroulée du 1er au 22 juillet 2025.

La première partie de ce rapport s'articule autour des données de cette année, avec une analyse générale, ainsi qu'un examen de chacune des deux sessions de terrain. Puis une comparaison entre les inventaires floristiques de 2020 et de 2025 est menée afin d'identifier d'éventuelles modifications qui ont pu avoir lieu sur l'ensemble des milieux forestiers concernés par le réseau de l'OREF.

Figure 1 : Localisation des placettes botaniques de 2025



2.2.2 Inventaire floristique 202

2.2.2.1 Analyse globale (relevés printaniers et estivaux mutualisés)

Nombre d'espèces identifiées

En tout, **149 espèces différentes ont été identifiées** lors de la tournée botanique 2025. Ce nombre ne prend pas en compte les individus dont l'identification n'a pu être menée que jusque la famille et non l'espèce. En effet, il peut s'agir d'une espèce déjà citée sur une autre placette mais qui n'a pas pu être identifiée sur une autre; et même dans le cas où il s'agit d'une nouvelle espèce, si ce genre d'identification incomplète survient sur deux placettes différentes, rien ne permet de savoir s'il s'agit de la même espèce ou de deux espèces différentes. La liste des espèces peut-être retrouvée en Annexe 2.

On peut tout de même noter quelques cas particuliers :

- Les ronces n'ont pas fait l'objet d'identification précise et sont toutes renseignées en tant que *Rubus sp.*
- Constat très similaire chez les bryophytes.
- Dans la famille *Abies*, il y a eu une seule identification donc même si elle n'a pas pu mener jusque l'espèce, il s'agit forcément d'une nouvelle espèce.

Chacun de ces cas ajoute avec certitude au moins 1 espèce au décompte, ce qui porte à **au moins 153 espèces différentes**. Ces cas particuliers sont conservés pour la suite.

A noter que cette année a été une année particulièrement **précoce** en termes de **phénologie** et que cela a pu causer des problèmes **d'identifications incomplètes** pour les **graminées** qui, dès début juillet avaient terminé leur floraison.

La diversité spécifique dans chaque strate

Le tableau ci-après présente la diversité spécifique de chaque strate sur l'ensemble des relevés et couvrant les deux périodes.

La strate avec la plus de diversité est la strate herbacée avec **94 espèces** identifiées soit 61 % des espèces identifiées en tout.

La strate arbustive basse présente la **deuxième plus grande diversité** avec **49 espèces** soit 32 % des espèces identifiées en tout.

Sans surprise, plus la strate ligneuse prend en hauteur, plus la diversité baisse. Néanmoins, les **24 espèces** identifiées en **strate arborée** (16 % des espèces identifiées en tout) est tout de même représentatif de la belle diversité arborée qui se retrouve dans les forêts de notre région.

Il est certain que les strates muscinale et globale soient en réalité plus riches car les bryophytes et ronces n'ont presque pas subit d'identification. Dans ce cas, leur pourcentage serait également plus élevé alors que ceux des autres strates seraient un peu moindres. Néanmoins, ce tableau donne tout de même une tendance générale proche de la réalité.

Tableau 1 : Diversité spécifique globale dans chaque strate

Strate	Nombre d'espèces	Pourcentage
Arborée	24	16 %
Arbustive haute	34	22 %

Arbustive basse	49	32 %
Globale	3	2 %
Herbacée	94	61 %
Semis	21	14 %
Mousse	4	3 %

Les espèces les plus fréquentes et les plus abondantes

Le tableau suivant présente les dix espèces les plus fréquemment rencontrées sur les placettes, ainsi que les dix les plus abondamment rencontrées.

Tableau 2 : Les dix espèces les plus fréquentes, comparées aux dix espèces les plus abondantes

Rang	Classification des espèces les plus fréquentes	Classification des espèces les plus abondantes
1	Carpinus betulus	Carpinus betulus
2	Corylus avellana	Acer pseudoplatanus
3	Hedera helix	Corylus avellana
4	Acer pseudoplatanus	Fagus sylvatica
5	Fraxinus excelsior	Quercus robur
6	Fagus sylvatica	Hedera helix
7	Quercus robur	Fraxinus excelsior
8	Carex sylvatica	Castanea sativa
9	Lonicera periclymenum	Mercurialis perennis
10	Crataegus monogyna	Anemone nemorosa

Les sept espèces les plus fréquemment rencontrées sont également parmi les sept espèces les plus abondantes, avec parfois quelques différences de rang mais ce qui n'est pas vraiment surprenant. L'Aubépine monogyne et le Chèvrefeuille des bois et la Laîche des bois n'apparaissent plus dans les dix premières espèces quand il s'agit d'abondance ; mais elles ne se situent pas bien loin avec les 13^{ème} et 15^{ème} et 19^{ème} rangs. Parmi toutes ces espèces, ce sont majoritairement des **essences ligneuses**.

En revanche alors que les espèces **Anémone, Mercuriale et Châtaignier** se retrouvent parmi les 10 espèces les plus abondantes, il s'avère que leur rang de fréquence sont respectivement 24 ; 28 et même 57 ! Ces espèces ne sont pas forcément le plus souvent présentes, mais quand elles le sont, elles peuvent être particulièrement abondantes.

Les espèces les moins fréquentes et les moins abondantes

Le tableau des espèces les moins fréquentes ne présente pas de rang car elles sont en réalité 22 à égalité ; elles n'ont été relevées qu'une seule fois au cours les deux sessions d'inventaires (l'abies sp. cité précédemment est également présent, car relevé une seule fois pour une abondance de 0.01) :

Tableau 3 : Liste des espèces relevées qu'une seule fois durant les deux campagnes de terrain

Abies sp.	Maianthemum bifolium
Agrostis stolonifera	Moehringia trinervia
Alnus glutinosa	Ornithogalum umbellatum
Angelica sylvestris	Phleum pratense
Betula pubescens	Pleurozium schreberi
Calamagrostis epigejos	Rhamnus catharticus
Campanula trachelium	Rumex acetosa
Cardamine flexuosa	Salix aurita
Chamaecytisus supinus	Salix caprea
Deschampsia flexuosa	Taraxacum officinale
Epilobium hirsutum	Valeriana dioica
Epilobium montanum	

Ces espèces font également partie de celles avec les **abondances totales** les plus **faibles**, allant de 0.1 (le plus faible possible) à 8. Il n'y a donc pas la surprise d'une espèce relevée une seule fois mais couvrant une forte part de la placette par exemple.

Sans surprise, le constat inverse est similaire : parmi les espèces à l'abondance les plus faibles, on retrouve principalement des espèces identifiées peu de fois (dont une grande partie en commun avec celles citées ci-dessus).

A noter toutefois que les risques d'erreur d'identification pour ces espèces sont tout de même plus forts car rarement rencontrées. Pour limiter ce risque chacune de ces espèces a fait l'objet d'une vérification avec la flore afin de s'assurer qu'un maximum de critères correspondait.

Des espèces envahissantes rencontrées ?

Une seule espèce citée sur les relevés fait partie de la liste des espèces exotiques à caractère envahissant présentée par le Conservatoire Botanique National (CBN) de Bailleul : il s'agit du **Robinier faux-acacia**. Elle a été rencontrée sur **deux des placettes sondées**. A noter que ce cas est tout de même à nuancer, car **son caractère invasif ne fait pas consensus** (voir le CR sur les Essences exotiques en forêt rédigé par le CRPF en 2022).

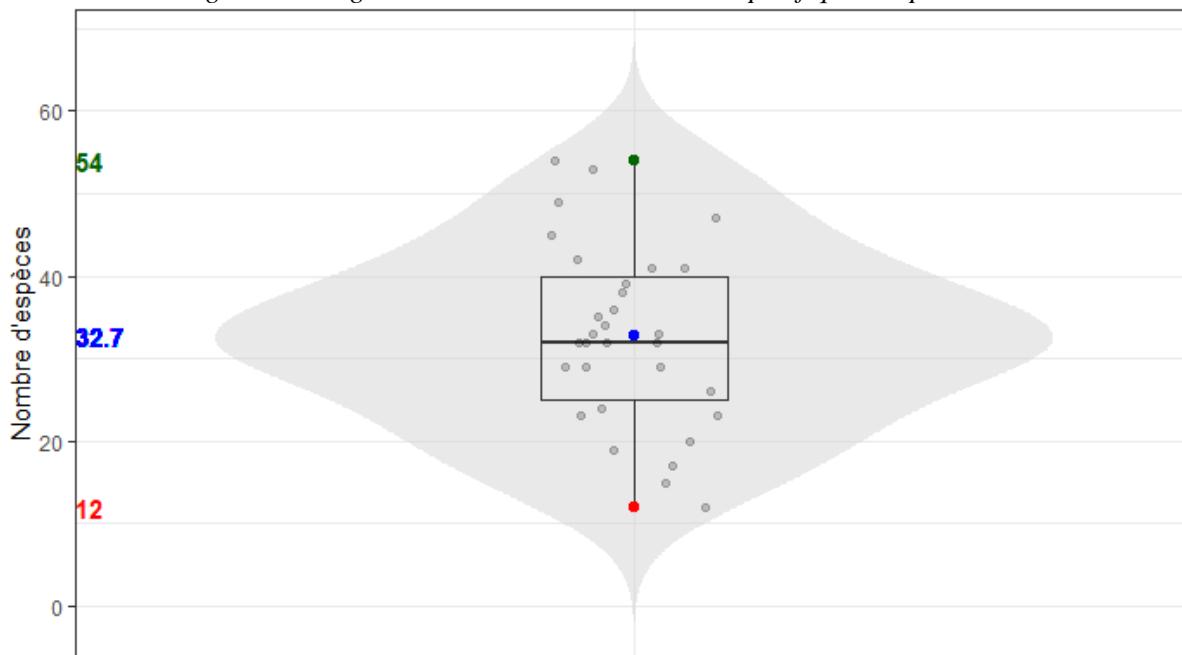
Une autre espèce peut ici être citée, il s'agit du **Mahonia à feuilles de houx**. Cette dernière n'est pas dans la liste officielle d'espèces envahissantes mais elle est considérée non seulement comme plante exotique qui peut **potentiellement** l'être dans la région par le CBNB ; mais également dans les espèces les plus préoccupantes par le Muséum national d'Histoire naturelle. Au cours des relevés botanique de l'OREF, elle a été repérée sur **une placette** ; avec pour nuance un contexte particulier : proche d'une lisière donnant sur le parc d'un château.

Statistiques descriptives sur de la diversité floristique par placette

Pour les statistiques réalisées à l'échelle de la placette, les identifications partielles arrêtées aux familles sont tout de même prises en considération. En effet, elles surviennent lorsqu'une espèce se distingue nettement des autres plantes relevées même si on ne parvient pas à la nommer précisément ; mais elles participent tout de même à la diversité spécifique.

Le diagramme en boîte suivant présente la répartition des placettes en fonction de leur diversité spécifique :

Figure 2 : Diagramme en boîte sur la diversité spécifique des placettes



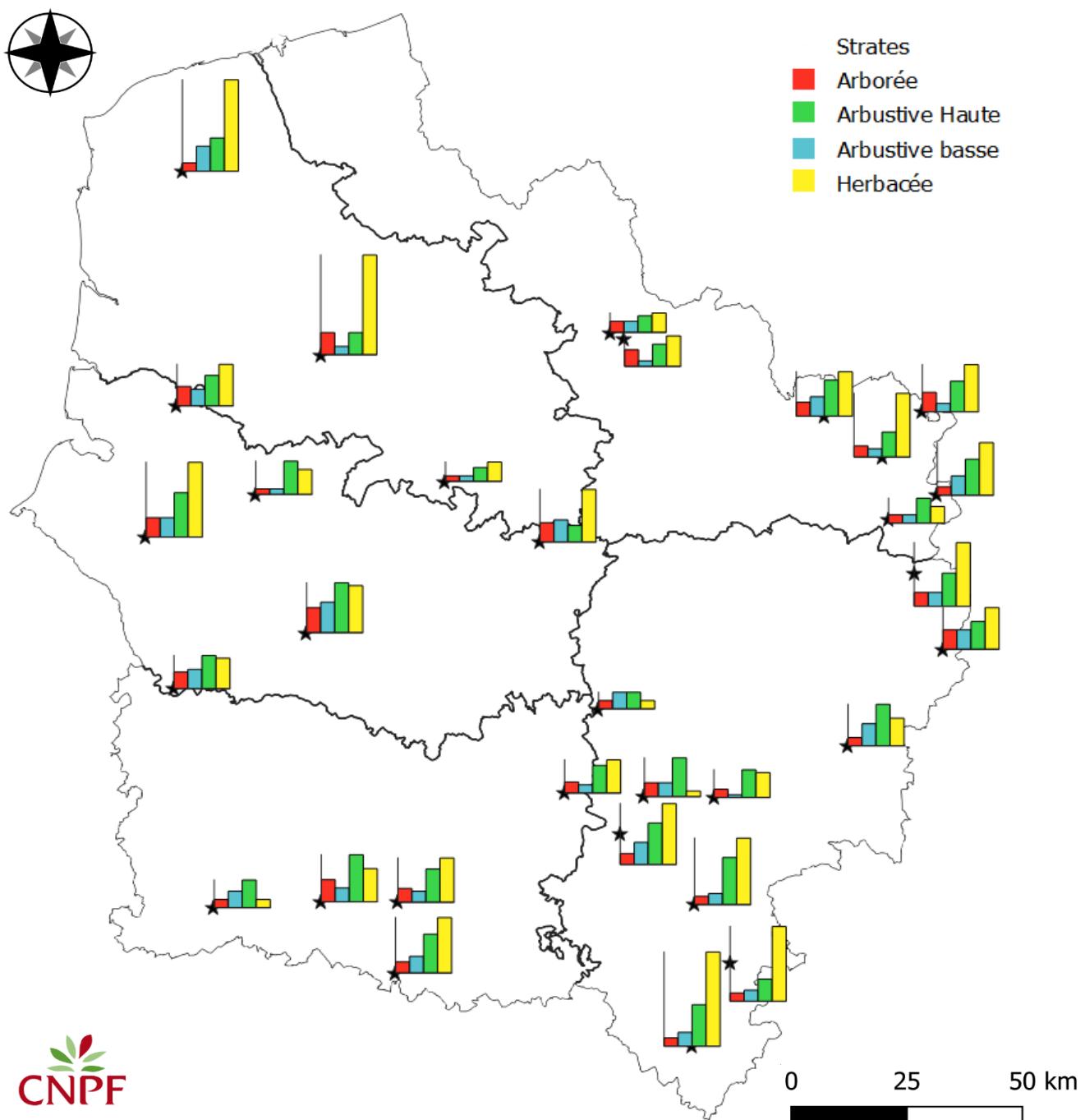
Il s'avère que la **médiane**, située à **32 espèces**, est très proche de la **moyenne**, qui est, elle, à **32,7 espèces**. Les données sont plutôt symétriques et il n'y a pas de placette qui se démarque particulièrement de par sa diversité spécifique.

La placette la plus pauvre ne présente que 12 espèces différentes, toutes strates confondues. Sur cette placette, il y avait un dense couvert non seulement arboré mais également arbustif haut, qui laissait peu de lumière à la strate herbacée. Pour rappel, la diversité spécifique est généralement la plus forte à la strate herbacée et diminue avec la hauteur des strates ligneuses. Et effectivement, dans les strates arborée et arbustive haute, la diversité n'est respectivement que de 3 et 6 essences ; dont 2 en commun. De plus, dans les rares ouvertures du couvert, la principale espèce repérée est la fougère aigle ; en lien avec la nature un peu acide du sol ; or il s'agit d'une espèce qui peut occuper une grande partie de la place disponible et étouffer les autres espèces.

A l'inverse, **sur la placette la plus riche, 54 espèces différentes ont été repérées**. Sur cette dernière le couvert arboré est également bien présent mais non seulement il y a une forte diversité d'essences pour une strate arborée (7 espèces) ; mais en plus, les couverts des strates arbustives haute et basse sont plutôt faibles (et peu de ronces), ce qui laisse à la strate herbacées suffisamment de luminosité pour exprimer de la diversité. Sans compter qu'il y a la présence d'un cloisonnement d'exploitation, qui apporte une zone ouverte favorables aux espèces qui ont un besoin en lumière plus fort. Enfin, la station est riche et saine, ce qui est favorable à la diversité. Il y a ainsi 36 espèces herbacée relevées.

La carte suivante présente la diversité spécifique de chaque placette au niveau des strates arborée, arbustive haute, arbustive basse et herbacée. La strate de semis n'est pas considérée car n'apporte pas, dans la majorité des cas, une diversité supplémentaire ; et les espèces des strates globale et muscinale n'ont pas été suffisamment différencier pour justifier la pertinence de leur représentation.

Figure 3 : Diversité spécifique des strates de chaque placette



2.2.2.2 Comparaison entre les relevés printaniers et estivaux

Nombre d'espèces identifiées

Sur le même principe que précédemment, le nombre d'espèces identifiées au printemps et en été sont respectivement de 133 et 136 ; et en ajoutant les cas particulier, il y a au moins 136 et 140 espèces différentes de présentes. Il y a donc un peu plus d'espèces repérées en été qu'au printemps.

Une strate semble-t-elle plus concernée qu'une autre ?

Le tableau ci-dessous présente la diversité spécifique de chaque strate, au printemps et en été. Pour presque toutes les strates (à part la globale) il y a à chaque fois de une à quelques espèces identifiées en plus en été.

Tableau 4 : Diversité spécifique globale dans chaque strate en fonction de la saison

Strate	Nombre d'espèces au printemps	Nombre d'espèces en été
Arborée	22	23
Arbustive haute	31	32
Arbustive basse	43	45
Globale	3	3
Herbacée	81	83
Semis	12	19
Mousse	3	4

* Par rapport à la saison concernée

Quelles espèces font la différence et pourquoi ?

De façon plus précise, il y a en fait 13 espèces identifiées uniquement au printemps ; et inversement, 17 espèces identifiées uniquement en été. Le tableau ci-après présente la liste de chacune d'entre elle.

La première explication repose sur la phénologie. Pour les espèces ligneuse, si les bourgeons n'ont pas encore débourré et si les feuilles ne sont pas sorties (ou très jeunes) l'identification peut parfois d'avérer compliquée. Pour les espèces herbacées il peut également y avoir des espèces qui se développent très tôt en saison puis se dégradent rapidement ; ou, inversement, dont la phénologie ne permet une identification qu'en période estivale. A noté cependant que s'il y en a un peu plus de plantées citées pour l'été, c'est aussi que sur certaines placettes, il y avait encore quelques traces d'espèces printanières, fortement dégradées mais tout de même identifiables.

La seconde explication repose sur les fréquences et les abondances : le plus part de ces espèces ont été identifiées sur peu de placettes (en grande majorité une ou deux) ; et avec de faibles abondances (parfois un unique individu). Les risques de rater l'individu ou qu'il ait été dégradé sont donc non négligeables. Le cas le plus extrême par exemple est celui de la houlque laineuse, non citée au printemps et qui a une fréquence estivale de 4 et une abondance de 6,1 ; ce qui reste très peu.

Tableau 5 : Listes des espèces identifiées uniquement sur une saison mais pas sur l'autre

Espèces identifiées uniquement au printemps	Espèces identifiées uniquement en été
Cardamine flexuosa	Abies sp.
Chamaecytisus supinus	Agrostis stolonifera
Heracleum sphondylium	Alnus glutinosa
Listera ovata	Angelica sylvestris
Maianthemum bifolium	Betula pubescens
Ornithogalum umbellatum	Calamagrostis epigejos
Ranunculus auricomus	Campanula trachelium

Rhamnus catharticus	Deschampsia flexuosa
Salix aurita	Epilobium hirsutum
Salix caprea	Epilobium montanum
Taraxacum officinale	Moehringia trinervia
Valeriana dioica	Phleum pratense
Veronica hederifolia	Pleurozium schreberi
	Rumex acetosa
	Carex pilulifera
	Hypericum perforatum
	Holcus lanatus

Cette petite analyse permet de mettre l'accent sur les espèces purement printanières ou estivales, mais ces dernières ne sont pas pour autant fréquentes ou abondantes. De plus, les espèces citées sont majoritairement herbacées (5 ligneuses sur 30).

Quelles espèces herbacées représentatives de chaque saison ?

Les deux tableaux suivants présentent donc respectivement les espèces herbacées les plus fréquentes et les plus abondantes, en fonction de la saison chaque fois. Il permet également de voir si certaines herbacées sont très fréquentes et abondantes quel que soit la saison.

Les différentiels de fréquence est calculé entre le printemps et l'été ; ils permettent d'appréhender la vitesse de dégradation ou d'apparition de la plante. S'il est positif, c'est que la plante est davantage identifiée au printemps et inversement s'il est négatif. Et plus la valeur absolue est forte, plus le contraste l'est également.

Tout d'abord, pour les **espèces herbacées les plus représentatives du printemps**, il y a celles qui apparaissent dans les plus souvent identifiées au printemps mais pas en été. Elles ont, sans surprise, les coefficients différentiels de fréquence les plus élevés. Il s'agit de la **Jacinthe des bois**, de l'**Anémone des bois**, de **Gaillet gratteron** et de la **Ficaire fausse-renoncule**. D'ailleurs, à part le Gaillet, elles sont les espèces les plus abondantes au printemps. Il y a également des espèces qui ne sont pas forcément les plus récurrentes mais qui peuvent compenser avec une forte abondance. Dans ce cadre, l'**Arum tacheté** et la **Moschatelline** sont donc également à considérer.

De façon similaire, pour les **espèces herbacées les plus représentatives de l'été**, il y a celles qui apparaissent dans les plus souvent identifiées en été mais pas au printemps. Elles ont toutes un coefficient négatif, mais les valeurs absolues sont cette fois-ci moins grandes. Il s'agit de la **Benoîte commune**, la **Fougère mâle**, le **Millet diffus** et la **Potentille faux-fraisier**. La Benoîte et le Millet font, en plus, parti des espèces les plus abondantes en été. A ces espèces s'ajoutent la **Fougère aigle**, la **Fougère femelle** et l'**Ortie dioïque** grâce à leur abondance.

Tableau 6 : Les dix espèces herbacées les plus fréquentes au printemps comparé à l'été

Espèces les plus fréquemment rencontrées au printemps		Espèces les plus fréquemment rencontrées en été	
Espèces	Diff Fq*	Espèces	Diff Fq
Carex sylvatica	4	Carex sylvatica	4
Hyacinthoides non-scripta	10	Circaeae lutetiana	-6
Anemone nemorosa	11	Lamiastrum galeobdolon	1
Arum maculatum	6	Brachypodium sylvaticum	-3
Lamiastrum galeobdolon	1	Geum urbanum	-5
Galium aparine	9	Deschampsia cespitosa	-1
Ranunculus ficaria	11	Dryopteris filix-mas	-8
Brachypodium sylvaticum	-3	Milium effusum	-2
Deschampsia cespitosa	-1	Arum maculatum	6
Circaeae lutetiana	-6	Potentilla sterilis	-1

Diff Fq* : Différentiel de fréquence

Tableau 7 : Les dix espèces herbacées les plus abondantes au printemps comparé à l'été

Espèces les plus abondamment rencontrées au printemps	Espèces les plus abondamment rencontrées en été
Espèces	Espèces
Anemone nemorosa	Mercurialis perennis
Hyacinthoides non-scripta	Brachypodium sylvaticum
Mercurialis perennis	Circaea lutetiana
Ranunculus ficaria	Lamiastrum galeobdolon
Arum maculatum	Carex sylvatica
Carex sylvatica	Geum urbanum
Lamiastrum galeobdolon	Pteridium aquilinum
Brachypodium sylvaticum	Athyrium filix-femina
Adoxa moschatellina	Milium effusum
Circaea lutetiana	Urtica dioica

Diff Ab * Différentiel d'abondance

Par ailleurs, il y a tout de même des espèces qui se retrouvent parmi **les espèces les plus fréquentes et/ou abondantes non seulement au printemps, mais aussi en été**. Il y en a respectivement 6 et 5 ; avec même 4 en commun (la **Laîche des bois**, le **Lamier jaune**, le **Brachypode des bois** et la **Circée de Paris**). Il s'agit des espèces les plus représentatives des herbacées indépendamment de la saison.

Statistiques descriptives des diversités floristiques par placette

Les deux diagrammes suivants permettent d'observer les statistiques descriptives concernant la diversité spécifique des placettes au printemps et en été.

En moyenne, le nombre d'espèces par placette entre les périodes printemps et été est presque identique (26 et 26,5 respectivement).

Non seulement, la placette avec le moins d'espèces toute saison confondues se retrouve être **la même placette qui a le moins d'espèces au printemps, et en été** ; mais en plus le minimum des deux saisons est identique, avec **11 espèces différentes**.

La placette avec le plus d'espèces en été (46) est **la même que celle quand les deux saisons sont confondues**. En revanche, au **printemps**, la placette qui possède **le plus d'espèces différentes (42)** n'est **pas la même**. La station est un peu moins riche mais non seulement le couvert arboré est faible ; mais en plus le sol est frais. Or ces deux aspects favorisent les herbacées.

Figure 4 : Diagramme en boîte sur la diversité spécifique des placettes au printemps

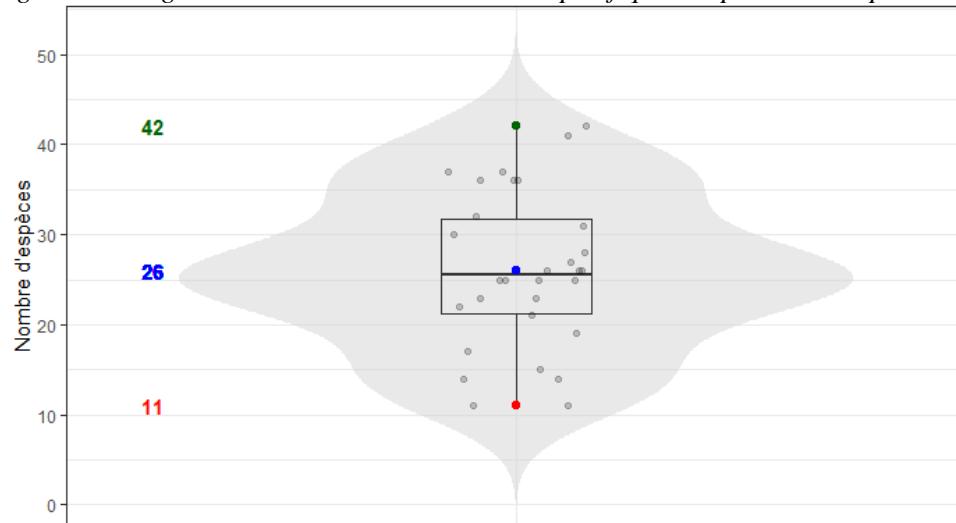
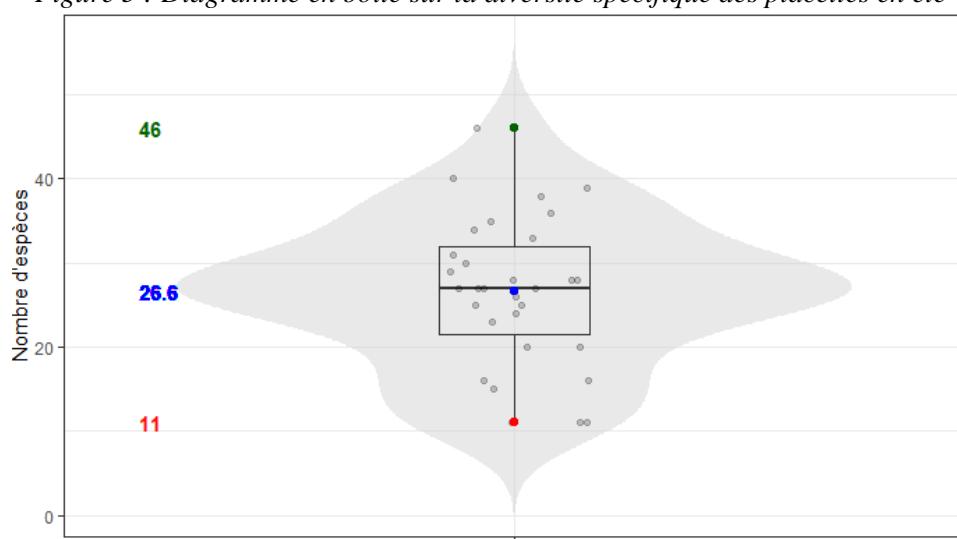


Figure 5 : Diagramme en boîte sur la diversité spécifique des placettes en été



2.2.3 Comparaison avec les inventaires précédents

2.2.3.1 Evolution des placettes

Comment expliquer des variations spécifiques

L'apparition ou la disparition avérée d'une espèce entre les différents relevés botaniques peut résulter de différents processus.

| **Transport de graines** : suite à un apport exogène, la banque de graines du sol peut s'enrichir.

| **Evolution du couvert forestier** : le cortège spécifique peut aussi avoir évalué avec le couvert, en particulier pour les herbacées. Durant les cinq années séparant les relevés, la dynamique naturelle du milieu tend vers une fermeture. Ainsi plus une espèce est héliophile, plus elle risque d'être concernée par une disparition ; et inversement pour une espèce sciaphile qui risque d'être davantage concernée par une apparition. Mais le milieu peut aussi avoir subi une ouverture suite à une perturbation -qu'elle soit naturelle et causée à un incendie ou une tempête par exemple ; ou bien anthropique de par les éclaircies. Dans ce cas, la dynamique précédente est inversée.

| **Variations phénologiques** : certaines espèces sont plus facilement identifiables grâce à leur inflorescence ; or les dates phénologique peuvent varier d'une année à l'autre. Ainsi, une année particulièrement en retard ou précoce peut impliquer des difficultés d'accès aux critères de reconnaissances, respectivement pour les périodes printanière et estivale (ce qui a été remarqué pour 2025 chez les poacées d'ailleurs).

| **Déplacement de la niche écologique réalisée sous l'effet du changement climatique** : avec les changements de régimes de précipitation et de températures, des conditions préalablement défavorables à l'installation d'une espèce peuvent avoir changées et lui être à présent favorables (ou inversement).

Dans certains cas les arguments permettront de pencher pour une cause plutôt qu'une autre mais les raisons peuvent également être couplées et finalement il faudrait une analyse statistique poussée, comparée à un jeu de données plus large pour s'en assurer.

Evolution de la diversité spécifique par placette

Le tableau suivant présente l'appauprissement ou l'enrichissement spécifique de chaque placette au fil des relevés, entre 2015 et 2020 ; entre 2020 et 2025 mais aussi entre 2015 et 2025.

Tableau 8 : Evolution de la richesse spécifique de chaque placette

Placette	2015	2020	2025	Ecart entre 2015 et 2020 en %	Ecart entre 2020 et 2025 en %	Ecart entre 2015 et 2025 en %
45	12	11	15	-8	36	25
85	37	43	36	16	-16	-3
428	46	35	54	-24	54	17
539	30	39	32	30	-18	7
710	27	35	41	30	17	52
798	33	17	34	-48	100	3
878	43	33	42	-23	27	-2
890	28	50	47	79	-6	68
922	28	33	32	18	-3	14
1245	19	19	26	0	37	37
1246	52	42	49	-19	17	-6
1247	41	41	38	0	-7	-7
1248	19	14	20	-26	43	5
1249	21	20	29	-5	45	38
1250	22	20	23	-9	15	5
1251	17	15	12	-12	-20	-29
1252	17	16	24	-6	50	41
1253	23	39	29	70	-26	26
1254	37	39	32	5	-18	-14
1255	32	17	17	-47	0	-47
1256	18	22	19	22	-14	6
245	27	33	45	22	36	67
106	31	27	29	-13	7	-6
198	43	37	NA	-14	NA	NA
199	24	38	41	58	8	71
240	25	30	35	20	17	40
241	30	40	33	33	-18	10
288	29	37	39	28	5	34
33	31	39	32	26	-18	3
345	46	20	53	-57	165	15
39	NA	NA	23	NA	NA	NA
53	NA	NA	33	NA	NA	NA

Il n'y a qu'une seule placette pour laquelle la diversité spécifique n'a fait que diminuer entre les différents relevés : la placette 1251. Il s'agit en réalité de la placette la plus pauvre de 2025. Il semblerait que le couvert de cette placette soit en train de se fermer fortement pour la strate herbacée.

Il y a un peu plus de placettes dont la diversité a augmenté deux fois de suite (4 en tout), mais il n'y a pas de tendance récurrente entre 2015 et 2025 pour la majorité des placettes.

Quelques placettes retiennent néanmoins l'attention : les placettes 798 et 345 notamment, qui ont subi une forte baisse de diversité entre 2015 et 2020 (-48 et -57 % respectivement) ; puis un regain d'autant plus fort entre 2020 et 2025 (+100 et +165%) au point que la diversité de 2025 est comparable à celle de 2015 (+3 et +15% seulement). La période est trop courte pour que l'explication relève du couvert ou du changement climatique par exemple. Ces cas permettent de mettre en lumières d'autres phénomènes pour expliquer certaines variations spécifiques.

2.2.3.2 Précautions de comparaison

Des différences de placettes

32 ; 30 ou 31 placettes ... Entre 2015, 2020 et 2025 ; ce ne sont jamais totalement les mêmes placettes qui sont visitées. Il y a par exemple deux placettes visitées en 2015 et 2025 qui n'avaient pu l'être en 2020 à cause d'un aléa climatique par exemple. En 2025 il y a également une placette qui a dû être abandonnée car l'accès n'y est plus possible. Dans ce cadre, comparer le nombre total d'espèces différentes identifiées est délicat : il est possible que les placettes apparues et/ou disparues d'une année à l'autre puissent faire la différence. La comparaison la plus pertinente se situe donc à l'échelle de la placette uniquement, c'est pourquoi il n'y a pas de comparaison sur l'ensemble des inventaires.

Des biais forts entre les inventaires

Une espèce présente dans le relevé botanique d'une année mais pas d'une autre n'implique pas forcément son apparition ou sa disparition avérée. En effet, ces cas sont encadrés par une hypothèse forte : l'absence totale de biais lors de la réalisation du protocole. Or lors de mes relevés, j'ai pu en répertorié plusieurs pouvant facilement intervenir :

- | **Piquets décalés** : lorsque les piquets de délimitation étaient introuvables, il a fallu les repositionner ; et même si les azimuts et la distance étaient mis à profit, il y avait systématiquement un écart avec le piquet d'origine. Le cas était flagrant lorsque l'ancien piquet était retrouvé au dernier moment, juste quand un nouveau piquet allait être mis ... l'écart pouvait être de quelques dizaines de centimètres à quelques mètres.
- | **Sous-placettes délimitées approximativement** : ces dernières étaient en partie bornées par un décamètre tendu entre les piquets. Non seulement il pouvait y avoir du sous-étage qui créait des obstacles lors de sa mise en place ; mais en plus les bandes ne pouvait pas être distinctement délimitées sur les côtés externes.
- | **Espèces manquées** : une espèce pouvait tout simplement ne pas être vue. Afin d'en voir le plus possible, les sous-placettes ont été parcourus en binôme et en aller-retour ; mais même en procédant ainsi, il était fréquent que chacun ne voit pas toutes les mêmes espèces.

Et pour aller plus loin même ; cet aspect dépend également du temps accordé à la placette ainsi que de la concentration mobilisée. Or la tournée botanique est une période dense avec des journées parfois longues et intenses donc il peut y avoir des variations de disponibilité temporelle ou de disponibilité d'attention accordées selon les placettes et selon.

- | **Espèces mal identifiées** : Selon les connaissances des opérateurs, une espèce peut tout à fait confondue avec une autre ; ou que l'identification se limite à la famille. C'est le cas par exemple en 2025 avec les ronces et les mousses, très peu identifiées contrairement à 2020. Il peut tout à fait s'agir de la même espèce entre deux années de relevé mais qu'à première vue, le relevé indique une différence.

Ainsi, des différences de relevés botaniques peuvent être expliquées par non seulement des placettes et des sous-placettes positionnées un peu différemment entre les relevés ; mais aussi des opérateurs ayant des sensibilités et des connaissances.

2.2.4 Annexe 1 : Protocole d'inventaire floristique RENECAFOR

Le relevé floristique RENECAFOR – points clefs - v2 décembre 2010

Localisation :

- 8 bandes de 50x2 m, 4 dans l'enclos et 4 à l'extérieur. Les bandes sont numérotées de 1 à 4 à l'intérieur et de 5 à 8 à l'extérieur, sauf exception. Dans tous les cas, on se munira du plan des bandes et on s'y référera.
- Ligne médiane de chaque bande repérée par un plot blanc à chacune des 2 extrémités (16 plots blancs au total).
- Matérialiser et vérifier la longueur de la bande (ligne centrale ou rectangle de bordure) avant chaque relevé.

Intensité d'observation :

On effectue deux passages par an, le premier au printemps et le second en été. Les dates exactes des relevés sont à définir par l'observateur, selon le lieu et l'année, de façon à maximiser le nombre total d'espèces observées.

Le second passage sert entre autres à parfaire l'identification des taxons mal identifiés au cours des passages antérieurs (années précédentes ou saison précédente). Dans ce but, on emporte les relevés antérieurs qui doivent être disponibles pendant l'observation. Il est conseillé de (i) consacrer une première partie du temps de relevé à la recherche des espèces sans connaissance des relevés antérieurs, (ii) comparer le relevé obtenu aux relevés antérieurs et (iii) dans un second temps, rechercher les espèces vues précédemment et non retrouvées ou corriger d'éventuelles erreurs d'identification.

A chaque passage, deux observateurs recherchent ensemble les espèces présentes dans la bande. Le temps de relevé minimum est de 20 minutes par bande, pour des végétations très pauvres. Les heures exactes de début et de fin de recherche des espèces puis de notation de leur abondance sont enregistrées.

Strates de notation des espèces :

Strate	arbres (A)	arbustes hauts (AH)	arbustes bas (AB)	globale (GL)	herbacées (H)	semis (S)	mousses (M)
Type d'espèce	ligneux de plus de 1 an			ligneux de plus de 1 an appartenant à la liste ci-dessous	ligneux de plus de 1 an et herbacées	ligneux de 1 an ou moins	mousses
Hauteur	plus de 7 m	2 à 7 m	30 cm à 2 m	moins de 2 m	- moins de 30 cm pour les ligneux de plus de 1 an - toute hauteur pour les herbacées	toute hauteur	toute hauteur

- . Un individu ligneux est rattaché à la strate définie par la hauteur de la base de son bourgeon le plus haut au-dessus du niveau du sol (litière). Ses branches basses appartiennent à cette même strate, quelle que soit leur hauteur.
- . Une même espèce ligneuse doit être notée, séparément, dans toutes les strates où on la trouve (jusqu'à 6 strates).

. La strate globale n'est relevée pour une espèce que lorsqu'elle est présente à la fois dans les strates H et AB et qu'elle appartient à la liste suivante : *Calluna vulgaris*, *Cytisus scoparius*, *Erica cinerea*, *Erica scoparia*, *Erica tetralix*, *Halimium alyssoides*, *Hypericum androsaemum*, *Lonicera periclymenum*, *Rubus fruticosus*, *Rubus idaeus*, *Ruscus aculeatus*, *Ulex europaeus*, *Ulex minor*, *Vaccinium myrtillus*. Cette notation en strate GL ne remplace pas les notations en strates H et AB, mais s'y ajoute.

Abondance-dominance :

coefficient	R	+	1	2	3	4	5
recouvrement (%)		≤5		5-25	25-50	50-75	75-100
abondance (nombre d'individus ou touffes)	1	2 à 10	plus de 10		quelconque		
	réservé uniquement aux strates M, H, GL et AB	pour les strates AH et A, à réservé pour un seul individu en limite de bande					

. Le recouvrement d'une espèce dans une strate est la projection verticale, mesurée en % de la surface du sol, de tous les organes aériens (quelle que soit leur hauteur) de tous les individus de cette espèce appartenant à cette strate.

. On estimera la projection exacte des parties aériennes, en excluant les vides, sauf pour les fougères et les espèces gramoïdes pour lesquelles on tiendra compte de l'enveloppe.

. On note toutes les espèces qui se projettent en tout ou partie sur la bande, quel que soit l'endroit où elles s'enracinent (hors de la bande éventuellement), et celles-ci uniquement.

. Les tiges d'individus d'une même espèce sont comptées comme constituant un seul individu tant qu'elles se situent à moins de 5 cm les unes des autres au niveau de la surface du sol. Cette règle concerne particulièrement les cépées (charme), clones (pervenche) ou touffes (graminées, mousses...).

Espèces liées à une perturbation :

On indiquera impérativement les caractères suivants à côté du coefficient attribué à une espèce dans une strate, si elle se trouve exclusivement dans un ou plusieurs des cas cités ci-dessous :

- a** au moins un individu abrouti (feuille, bourgeon ou tige) dans la bande, ligneux ou herbacé
- b** nombreux individus abroutis (feuille, bourgeon ou tige) dans la bande, ligneux ou herbacés
- c** chemin, sentier ou coulée (terrain tassé)
- d** fossé ou dépression humides, zone humide
- e** écorçage, frottis
- f** fossé ou dépression secs
- g** culée ou galette d'arbre chablis ; c'est la zone de sol soulevé et perturbé par le chablis. Elle n'inclut pas l'éventuelle dépression attenante (voir d et f)
- l** limite de bande ; l'emploi de cette lettre devra rester très limité, puisque la surface du relevé est précisément délimitée
- m** bois mort. Les espèces rencontrées sur bois mort ne sont normalement pas relevées. On utilisera donc cet indicateur dans le cas où le degré de décomposition du bois ne permettrait pas de le classer de façon claire en bois mort ou en litière
- p** pierre (même grande) ; là encore, l'emploi de cette lettre doit rester limité, puisque les individus poussant sur les rochers ne sont pas relevés ; on pourra l'utiliser

	lorsque la limite entre sol et substrat rocheux n'est pas évidente
s	souche ; même remarque que pour la lettre « p » : les espèces poussant sur les souches d'arbres n'ont pas vocation à être relevées ; cette lettre n'est donc utilisée que lorsque la limite entre sol et souche n'est pas évidente
t	Trouée

Nomenclature :

Pour les espèces vasculaires, la référence est *Flora Europaea*. Pour les bryophytes, il s'agit de Blockell & Long (1998), *A check-list and census catalogue of British and Irish bryophytes*.

On utilisera le qualificatif “ *sp.* ” pour une espèce déterminée au niveau du genre seulement (ex. : “ *Agrostis sp.* ”), ainsi que “ *cf.* ” pour un taxon d'identification douteuse, au niveau de l'espèce (ex. : “ *Agrostis cf. capillaris* ”) ou au niveau du genre (ex. : “ *cf. Agrostis* ”). Les espèces contenant plusieurs sous-espèces mais qui ne peuvent être déterminées qu'au niveau de l'espèce seront notées « *ssp.* » (ex. : “ *Achillea millefolium ssp.* ”). On limitera évidemment ces indéterminations au maximum.

Recouvrement global des strates :

On notera le recouvrement global des 6 strates suivantes : A, AH, AB, H et S réunis, M et sol sans végétation. On comptera dans cette estimation la projection exacte des parties aériennes, en excluant les vides, sauf pour les fougères et les espèces gramoïdes. Le sol sans végétation est celui non couvert par des individus des strates M, S et H ou GL, lorsque cette dernière est présente. Il inclut le sol nu, la litière et le bois mort, les pierres recouvertes ou non de mousses, tant que ces divers éléments ne sont pas recouverts de végétation basse.

Perturbations :

Dans chaque bande est cartographié et estimé le pourcentage de recouvrement des principales perturbations visibles, permanentes ou temporaires, selon 18 classes : tas de bois mort / grosses souches (diamètre de plus de 0,5 m) / rochers / chemins, sentiers et coulées / places à feu, ronds de charbonnières / ornières et pistes de débardage / fossés ou dépressions humides / fossés ou dépressions secs / boutis de sanglier / trouées dans la canopée / troncs d'arbres chablis / houppiers au sol / culées d'arbre chablis (hors dépression) / talus ou butte (hors chablis) / rémanents (hors tas de bois) / tas de pierre / ruisseaux / autre (à préciser).

2.2.5 Annexe 2 : Données des inventaires 2025 par essence

Taxon	Fq_tot ¹	Fq_print ²	Fq_été	Abond_tot ³	Abond_print ⁴	Abond_été
<i>Acer campestre</i>	26	12	14	116.2	54.1	62.1
<i>Acer platanoides</i>	15	6	9	39.2	15.7	23.5
<i>Acer pseudoplatanus</i>	46	23	23	944.3	386.6	557.7
<i>Adoxa moschatellina</i>	7	6	1	42.1	41.0	1.1
<i>Agrostis stolonifera</i>	1	0	1	1.0	0.0	1.0
<i>Ajuga reptans</i>	11	6	5	30.2	16.2	14.0
<i>Alliaria petiolata</i>	4	2	2	7.6	6.5	1.1
<i>Alnus glutinosa</i>	1	0	1	3.0	0.0	3.0
<i>Anemone nemorosa</i>	19	15	4	222.7	211.8	10.9
<i>Angelica sylvestris</i>	1	0	1	0.1	0.0	0.1
<i>Aquilegia vulgaris</i>	2	1	1	1.1	1.0	0.1
<i>Arctium nemorosum</i>	2	1	1	5.3	0.7	4.6
<i>Arum maculatum</i>	24	15	9	76.0	71.9	4.1
<i>Athyrium filix-femina</i>	12	4	8	37.0	2.2	34.8
<i>Betula pendula</i>	19	10	9	76.2	29.9	46.3
<i>Betula pubescens</i>	1	0	1	1.3	0.0	1.3
<i>Brachypodium sylvaticum</i>	23	10	13	124.9	47.6	77.3
<i>Bromus ramosus</i>	2	1	1	16.0	8.0	8.0
<i>Buxus sempervirens</i>	2	1	1	14.0	6.0	8.0
<i>Calamagrostis epigejos</i>	1	0	1	2.0	0.0	2.0
<i>Campanula trachelium</i>	1	0	1	4.0	0.0	4.0
<i>Cardamine flexuosa</i>	1	1	0	0.1	0.1	0.0
<i>Carex digitata</i>	2	1	1	1.7	0.7	1.0
<i>Carex flacca</i>	3	2	1	11.5	9.5	2.0

¹ Fréquence totale : Nombre de placettes où l'espèce a été identifiée.

² Fréquence printemps (ou été) : Nombre de placettes où l'espèce a été identifiée au printemps (ou en été).

³ Abondance totale : Somme des abondances sur les placettes où l'espèce a été identifiée.

⁴ Abondance printemps (ou été) : Somme des abondances sur les placettes où l'espèce a été identifiée au printemps (ou en été)

Taxon	Fq_tot ¹	Fq_print ²	Fq_été	Abond_tot ³	Abond_print ⁴	Abond_été
Carex pendula	3	1	2	30.6	14.0	16.6
Carex pilulifera	2	0	2	2.0	0.0	2.0
Carex remota	3	1	2	1.1	0.1	1.0
Carex sylvatica	40	22	18	124.5	62.9	61.6
Carpinus betulus	52	26	26	1,023.5	452.6	570.9
Castanea sativa	8	4	4	275.4	92.2	183.2
Chamaecytisus supinus	1	1	0	0.1	0.1	0.0
Circaea lutetiana	24	9	15	114.2	40.0	74.2
Cirsium palustre	2	1	1	4.1	4.0	0.1
Clematis vitalba	11	4	7	50.0	16.6	33.4
Convallaria majalis	6	3	3	21.0	9.5	11.5
Cornus mas	5	3	2	2.7	1.5	1.2
Cornus sanguinea	12	4	8	53.2	13.6	39.6
Corylus avellana	52	24	28	929.3	374.1	555.2
Crataegus germanica	2	1	1	6.0	2.0	4.0
Crataegus laevigata	2	1	1	6.2	2.0	4.2
Crataegus monogyna	35	17	18	200.2	73.2	127.0
Dactylis glomerata	8	4	4	37.6	27.0	10.6
Deschampsia cespitosa	21	10	11	42.2	19.7	22.5
Deschampsia flexuosa	1	0	1	1.5	0.0	1.5
Dryopteris carthusiana	15	8	7	38.7	18.5	20.2
Dryopteris dilatata	3	2	1	1.6	0.6	1.0
Dryopteris filix-mas	14	3	11	30.4	5.3	25.1
Epilobium hirsutum	1	0	1	0.1	0.0	0.1
Epilobium montanum	1	0	1	0.5	0.0	0.5
Epilobium tetragonum	3	2	1	2.1	1.1	1.0
Euonymus europaeus	21	10	11	43.1	26.2	16.9
Euphorbia amygdaloides	13	7	6	28.3	13.9	14.4
Fagus sylvatica	42	19	23	878.7	339.2	539.5

Taxon	Fq_tot ¹	Fq_print ²	Fq_été	Abond_tot ³	Abond_print ⁴	Abond_été
Festuca gigantica	3	1	2	1.7	1.0	0.7
Fragaria vesca	4	1	3	3.2	0.5	2.7
Frangula alnus	4	2	2	2.6	1.0	1.6
Fraxinus excelsior	46	21	25	310.3	113.6	196.7
Galeopsis tetrahit	8	2	6	6.6	2.5	4.1
Galium aparine	15	12	3	38.6	37.8	0.8
Galium odoratum	5	3	2	13.0	5.5	7.5
Geranium robertianum	12	4	8	25.1	2.6	22.5
Geum urbanum	21	8	13	84.5	38.3	46.2
Glechoma hederacea	10	5	5	19.9	13.0	6.9
Hedera helix	47	22	25	367.0	159.5	207.5
Heracleum sphondylium	3	3	0	1.7	1.7	0.0
Holcus lanatus	4	0	4	6.1	0.0	6.1
Hyacinthoides non-scripta	24	17	7	176.1	155.9	20.2
Hypericum hirsutum	3	1	2	1.3	0.5	0.8
Hypericum perforatum	2	0	2	1.1	0.0	1.1
Ilex aquifolium	13	7	6	64.1	28.6	35.5
Juglans regia	3	1	2	5.2	0.6	4.6
Juncus conglomeratus	2	1	1	12.0	8.0	4.0
Juncus effusus	9	4	5	17.8	7.1	10.7
Lamiastrum galeobdolon	29	15	14	118.5	49.8	68.7
Ligustrum vulgare	17	8	9	135.5	62.5	73.0
Listera ovata	3	3	0	5.6	5.6	0.0
Lonicera periclymenum	38	17	21	164.4	77.9	86.5
Lonicera xylosteum	5	2	3	21.2	9.6	11.6
Luzula sylvatica	7	5	2	4.4	1.8	2.6
Mahonia aquifolium	2	1	1	11.2	5.1	6.1
Maianthemum bifolium	1	1	0	0.1	0.1	0.0
Melica uniflora	4	2	2	4.2	1.2	3.0

Taxon	Fq_tot ¹	Fq_print ²	Fq_été	Abond_tot ³	Abond_print ⁴	Abond_été
Mercurialis perennis	16	8	8	224.6	119.5	105.1
Milium effusum	20	9	11	53.5	20.0	33.5
Moehringia trinervia	1	0	1	1.0	0.0	1.0
Orchis purpurea	3	2	1	3.4	3.2	0.2
Ornithogalum umbellatum	1	1	0	1.0	1.0	0.0
Oxalis acetosella	5	2	3	9.5	2.0	7.5
Paris quadrifolia	7	4	3	38.1	27.5	10.6
Phleum pratense	1	0	1	4.0	0.0	4.0
Phyllitis scolopendrium	4	2	2	15.8	7.2	8.6
Picea abies	3	1	2	16.7	6.0	10.7
Pleurozium schreberi	1	0	1	1.0	0.0	1.0
Poa chaixii	3	2	1	3.1	2.6	0.5
Poa nemoralis	12	7	5	22.7	15.6	7.1
Poa trivialis	4	2	2	30.5	11.5	19.0
Polygonatum multiflorum	5	2	3	9.3	5.6	3.7
Polytrichum formosum	16	4	12	36.6	4.0	32.6
Populus tremula	2	1	1	48.0	24.0	24.0
Potentilla sterilis	17	8	9	50.3	23.2	27.1
Primula elatior	6	4	2	13.2	12.5	0.7
Prunus avium	32	16	16	214.2	103.9	110.3
Prunus padus	3	1	2	19.0	3.0	16.0
Prunus spinosa	14	7	7	57.1	28.7	28.4
Pseudotsuga menziesii	2	1	1	41.0	20.0	21.0
Pteridium aquilinum	7	4	3	74.1	34.5	39.6
Quercus petraea	8	3	5	219.1	76.0	143.1
Quercus robur	42	18	24	525.6	194.5	331.1
Quercus rubra	8	3	5	97.0	53.1	43.9
Ranunculus auricomus	2	2	0	3.5	3.5	0.0

Taxon	Fq_tot ¹	Fq_print ²	Fq_été	Abond_tot ³	Abond_print ⁴	Abond_été
Ranunculus ficaria	13	12	1	90.8	89.2	1.6
Rhamnus catharticus	1	1	0	0.1	0.1	0.0
Ribes rubrum	14	7	7	46.5	23.7	22.8
Ribes uva-crispa	2	1	1	5.0	4.0	1.0
Robinia pseudacacia	4	2	2	49.5	16.8	32.7
Rosa arvensis	11	8	3	12.8	12.1	0.7
Rosa canina	19	7	12	41.6	18.3	23.3
Rubus idaeus	8	3	5	20.6	7.1	13.5
Rumex acetosa	1	0	1	0.2	0.0	0.2
Rumex obtusifolius	12	6	6	8.5	3.6	4.9
Salix aurita	1	1	0	8.0	8.0	0.0
Salix caprea	1	1	0	0.1	0.1	0.0
Sambucus nigra	13	7	6	39.8	14.8	25.0
Sambucus racemosa	3	1	2	2.7	1.6	1.1
Scrophularia nodosa	3	2	1	1.2	0.2	1.0
Senecio nemorensis	6	3	3	5.3	1.6	3.7
Sonchus asper	2	1	1	0.5	0.1	0.4
Sorbus aucuparia	7	3	4	21.6	8.3	13.3
Sorbus torminalis	2	1	1	4.2	2.1	2.1
Stachys sylvatica	7	3	4	16.0	7.5	8.5
Stellaria holostea	8	4	4	20.0	15.0	5.0
Tamus communis	2	1	1	3.1	0.1	3.0
Taraxacum officinale	1	1	0	0.2	0.2	0.0
Taxus baccata	2	1	1	0.2	0.1	0.1
Teucrium scorodonia	5	3	2	47.6	27.0	20.6
Tilia cordata	14	7	7	132.7	36.2	96.5
Ulmus glabra	2	1	1	12.5	4.5	8.0
Ulmus minor	6	3	3	13.6	2.5	11.1
Urtica dioica	13	7	6	60.8	29.0	31.8

Taxon	Fq_tot ¹	Fq_print ²	Fq_été	Abond_tot ³	Abond_print ⁴	Abond_été
Valeriana dioica	1	1	0	1.0	1.0	0.0
Veronica chamaedrys	5	3	2	8.0	5.5	2.5
Veronica hederifolia	2	2	0	7.0	7.0	0.0
Veronica montana	6	4	2	10.6	10.0	0.6
Viburnum lantana	10	5	5	20.4	12.1	8.3
Viburnum opulus	7	4	3	8.8	3.3	5.5
Vinca minor	6	2	4	33.5	14.0	19.5
Viola odorata	2	1	1	1.6	0.1	1.5
Viola reichenbachiana	12	7	5	25.1	13.4	11.7
Viola riviniana	8	5	3	21.9	12.6	9.3

2.3 DONNEES PHENOLOGIQUES



2.3.1 Synthèse annuelle du réseau

2.3.1.1 Introduction

Concernant la phénologie, les deux données relevées dans le cadre de l'OREF sont les **dates de feuillaison printanière et de jaunissement automnal des feuilles** dans les peuplements forestiers pour différentes essences présentes sur notre territoire. Ces dates marquent le début et la fin de la saison de végétation. Ces données varient chaque année et sont très sensibles aux variations de température. Elles peuvent donc permettre de mesurer l'influence du climat sur le développement des arbres.

La mesure de ce facteur nécessite une présence sur place pendant les périodes de bourgeonnement et de jaunissement des feuilles. Ceci est rendu possible par le réseau de volontaires pour l'observation de la phénologie. Ces volontaires sont des propriétaires forestiers, des gardes ou des agents de l'ONF qui nous transfèrent les données que nous compilons et analysons ensuite.

2.3.1.2 Résultats des observations par le réseau CRPF-ONF :

Débourrement et jaunissement 2025 :

Essence	Peuplements forestiers 2025								
	débourrement printannier				jaunissement automnal				
	Première observation (stade 1)	Date moyenne de début (stade 1)	Date moyenne de fin (stade 2)	Dernière observation (stade 2)	Première observation (stade 1)	Date moyenne de début (stade 1)	Date moyenne de fin (stade 2)	Dernière observation (stade 2)	
Aulne glutineux	12-avr	12-avr.	26-avr.	26-avr	15-oct.	15-oct.	5-nov.	5-nov.	
Bouleau	25-mars	25-mars	8-avr.	8-avr.	9-oct.	9-oct.	23-oct.	23-oct.	
Charme	11-mars	29-mars	8-avr.	19-avr.	30-sept.	14-oct.	29-oct.	15-déc.	
Châtaignier	08-mai	8-mai	15-mai	16-mai	12-oct.	12-oct.	3-nov.	6-nov.	
Chêne	01-avr	13-avr.	24-avr.	9-mai	20-sept.	17-oct.	1-nov.	21-nov.	
Erable sycomore	02-avr	12-avr.	26-avr.		3-oct.	20-oct.	2-nov.	24-nov.	
Hêtre	29-mars	19-avr.	29-avr.	11-mai	26-sept.	15-oct.	30-oct.	15-déc.	
Merisier	18-mars	9-avr.	19-avr.	15-mai	25-sept.	10-oct.	29-oct.	6-nov.	
Noisetier	29-mars	31-mars	10-avr.	16-avr.	7-oct.	7-oct.	13-oct.	13-oct.	
Peuplier	25-mars	10-avr.	19-avr.	10-mai	13-sept.	2-oct.	13-oct.	27-oct.	
Noyer	26-avr	28-avr.	11-mai	13-mai	25-sept	11-oct.	30-oct.	14-nov.	

Synthèse des données phénologiques recueillies par les observateurs volontaires de l'OREF et par l'ONF dans les peuplements forestier des Hauts-De-France.

Les principales essences observées sont : Chêne (pédonculé et sessile), Hêtre, Erable sycomore, Charme, Bouleau verruqueux, Châtaignier, Merisier, Peuplier (tous les cultivars confondus).

Feuillaison (ou débourrement) : le débourrement a été semblable à 2023 et 2024 pour la plupart des essences avec une phase de feuillaison de 9 jours qui est de deux jours plus rapide que 2024.

Jaunissement : le jaunissement est semblable à 2024 tout comme sa 1^{re} urée de 14 jours.

La saison de végétation⁵ dure en moyenne 173 jours, semblable à 2024.

⁵Période entre le débourrement de l'arbre et le jaunissement foliaire

Observation des successions d'essences en phénologie

Depuis la création du réseau d'observations, nous avions mentionné les essences qui débourraient le plus précocement sans trop analyser réellement la succession des essences et voir si celles-ci était la même selon les années.

Quel que soit le stade de débourrement observé (10% ou 90%), les résultats sont les mêmes. On retrouve les essences pionnières et de sous étage en premier telles le noisetier et le bouleau. Malgré quelques variations entre les années la répartition est la suivante : Bouleau, Noisetier, Charme, Merisier, Chêne, Erable sycomore, Hêtre.

Année	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Succession des essences de la plus précoce à la plus tardive	1 bouleau	Charme	Charme								
	2 noisetier	Charme	Merisier	Merisier							
	3 charme	Noisetier	Bouleau	Bouleau							
	4 merisier	chêne	merisier	Noisetier	Noisetier						
	5 chêne	merisier	chêne	érable	érable	Chêne	Chêne	Chêne	Chêne	Erable	Erable
	6 hêtre	hêtre	érable	chêne	chêne	Erable	Erable	Erable	Erable	Chêne	Chêne
	7 érable.	érable	hêtre								

Pour le jaunissement ceci est moins flagrant mais nous avons les deux groupes identiques.

classement général	
1er groupe	merisier
	bouleau
	noisetier
	charme
2e groupe	chêne
	érable
	hêtre

Localisation des différentes dates de débourrement jaunissement pour le chêne et le hêtre

Le chêne et le hêtre sont les deux essences les plus observées dans notre réseau de personnes volontaires.

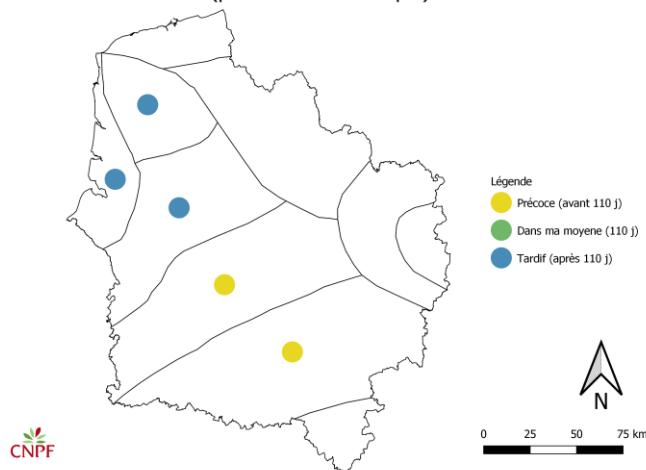
En calculant la moyenne des premiers stades (débourrement et jaunissement) selon les différentes zones "climatiques", on obtient les cartes ci-dessous.

Les classes de précocité et de tardivité ont, quant   elles,   t  d  terminées par la médiane et les quartiles de chaque date de débourrement/jaunissement et par essence.

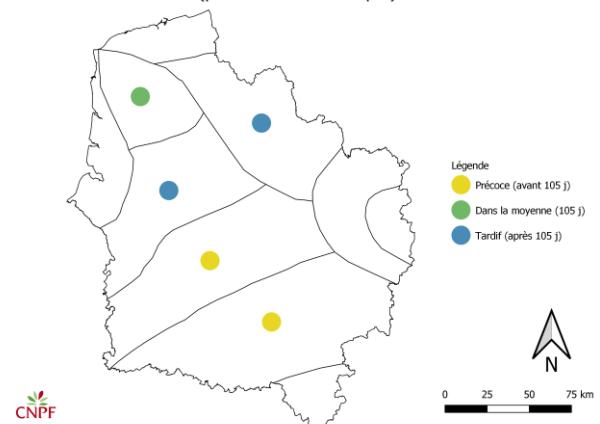
Pr�oce	Normal	Tardif	Très tardif
25% des observations ont des dates comprises dans cette période	25% des observations comprises dans cette période	25% des observations comprises dans cette période	25% des observations comprises dans cette période

Cartes des diff  entes dates de débourrement et de jaunissement suivant les zones climatiques pour le hêtre et le chêne

Carte de débourrement du hêtre en Hauts-de-France en 2024
(par zone bioclimatique)



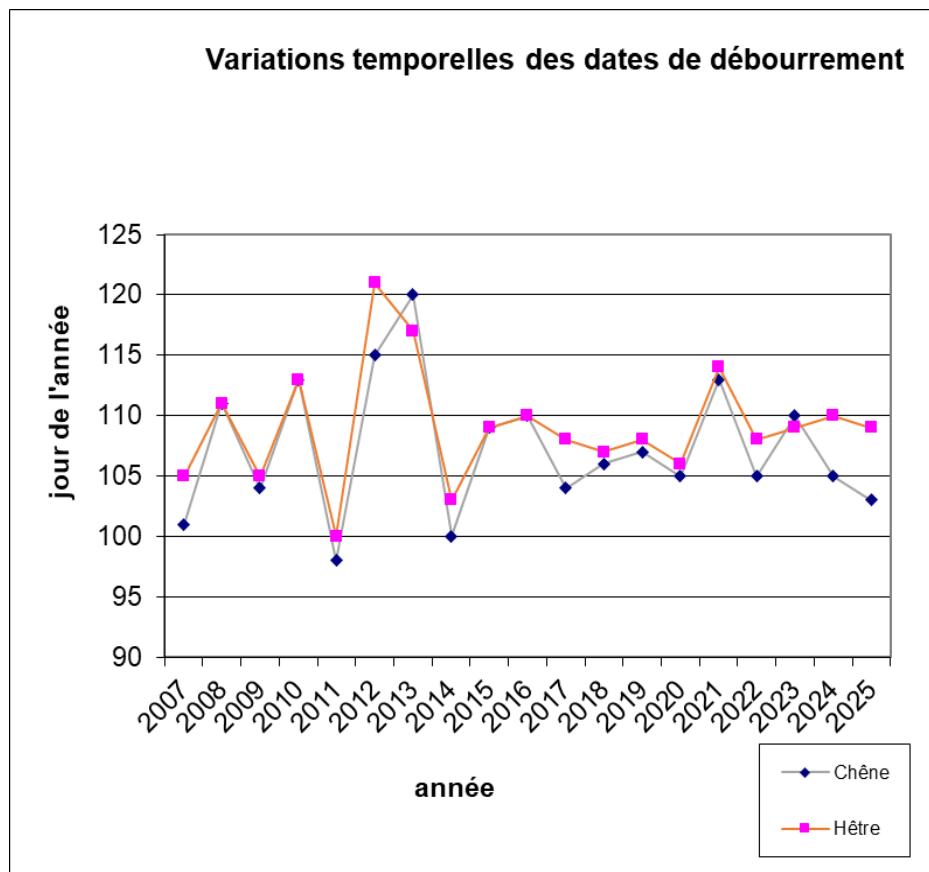
Carte de débourrement du chêne en Hauts-de-France en 2024
(par zone bioclimatique)

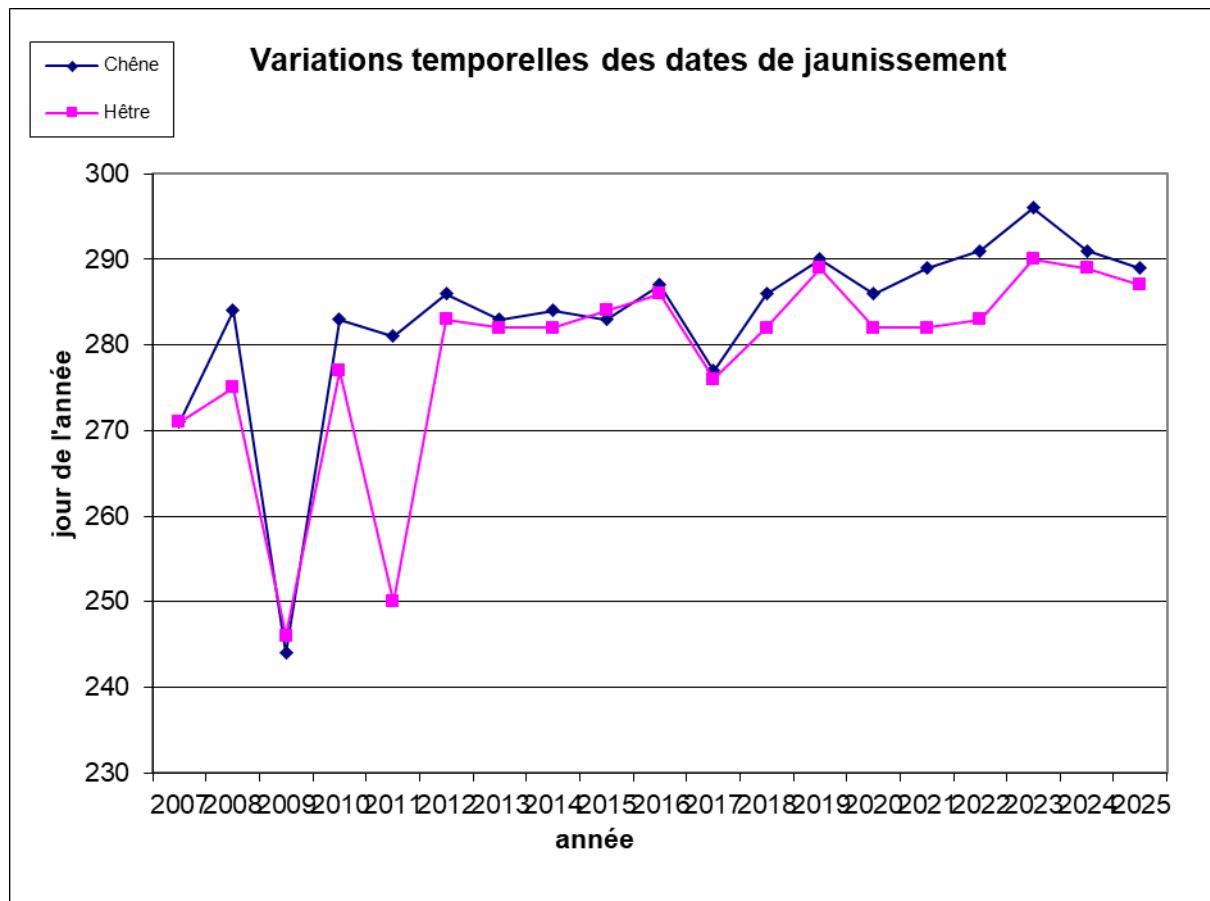


Les cartes sont inchangées à 2024 car les moyennes sont les mêmes.

Evolution des données de débourrement et de jaunissement depuis 2007 :

Nous avons repris ici les données du premier stade de débourrement et de jaunissement depuis la mise en place de cet observatoire en 2007. Seules les essences hêtre, chêne ont été retenues pour un souci d'effectif.





Le chêne a débourré plus tôt cette année alors que pour le hêtre s'est relativement semblable. Niveau jaunissement les deux essences majoritaires ont jauni un peu plus tôt.

Ces graphiques mettent bien en évidence les variations interannuelles de la phénologie des arbres en relation avec les variations climatiques interannuelles. Pour le moment la tendance d'un débourrement plus précoce reste faible alors que le jaunissement tardif semble plus marqué.

BILAN 2025

- Les dates de débourrement et jaunissement ont changé à la marge, la longueur de saison de végétation reste soutenue.
- Succession temporelle des essences inchangée
- Impact du gradient Nord-Ouest/Sud Est observable cette année.
- Face au nombre décroissants d'observateurs, nous arrêtons ce suivi

Merci aux observateurs volontaires pour le temps dédié à la collecte des données !

2.3.2 Synthèse sur plusieurs années de suivi

2.3.2.1 Remerciements

Le CRPF adresse ses sincères remerciements à tous les observateurs volontaires pour leur implication et leur contribution, essentielles à cette étude. La phénologie est une discipline exigeante qui demande des observations régulières et sur le long terme, d'autant plus pour dégager des tendances fiables. Les regards avertis et récurrents des volontaires sont les éléments qui ont rendu possible une telle analyse.

Le CRPF remercie le Conseil Régional des Hauts-de-France pour son appui financier, également indispensable à la concrétisation de ce travail.

2.3.2.2 Sigles et abréviations

dd = Dates de débourrement.

dd1 = Première date de débourrement → 10 % des arbres présentent sur au moins 25 % du houppier des bourgeons ouverts.

dd9 = Deuxième date de débourrement → 90 % des arbres présentent sur au moins 25 % du houppier des bourgeons ouverts.

dj = Dates de jaunissement.

dj1 = Première date de jaunissement → 10 % des arbres présentent un début de jaunissement sur au moins 25 % du houppier.

dj9 = Deuxième date de jaunissement → 90 % des arbres présentent un début de jaunissement sur au moins 25 % du houppier.

ETP = Somme des ETP (Evapotranspiration) Penman.

GLOT = Cumul mensuel du rayonnement solaire global.

INST = Cumul mensuel des durées totales d'insolation.

lsv = Longueur de la saison de végétation.

lsv19 = Longueur de la saison de végétation entre dd1 et dj9.

lsv91 = Longueur de la saison de végétation entre dd9 et dj1.

OREF = Observatoire Régional des Ecosystèmes Forestiers.

RENECOFOR = Réseau National de Suivi à Long Terme des Ecosystèmes Forestiers.

RR = Cumul mensuel des hauteurs de précipitations.

TN = Moyenne mensuelle des températures minimales.

TNTXM = Température moyenne journalière sous abri.

TX = Moyenne mensuelle des températures maximales.

2.3.2.3 *Introduction*

Qu'est-ce que la phénologie ?

La phénologie, définie pour la première fois par Carl von Linné en 1751, est la science qui étudie, chez les êtres vivants, l'apparition des événements cycliques au cours de l'année, ainsi que les facteurs qui les influencent. Chez les arbres des milieux tempérés — objets de la présente étude —, elle s'intéresse notamment aux différentes phases biologiques telles que le débourrement, la floraison, la fructification et la sénescence foliaire. Les facteurs responsables de ces phénomènes peuvent être à la fois **internes** (facteurs hormonaux ; facteurs génétiques cf. à l'échelle de l'espèce ou l'individu) et **externes** (durée du jour, ensoleillement, précipitations, température, etc.).

Pourquoi étudier la phénologie ?

L'étude de la phénologie ne permet pas seulement de préciser l'autécologie des essences ; elle entretient également un lien étroit avec le fonctionnement des écosystèmes et les dynamiques des communautés. Son analyse est donc essentielle pour comprendre ces différents processus écologiques. Mais, au cours des dernières décennies, c'est surtout son interaction avec le **changement climatique** qui a suscité un intérêt croissant. La **température** a très tôt été identifiée comme un facteur prépondérant dans le déroulement des différentes phases phénologiques. De ce fait, la phénologie constitue un **outil privilégié** pour suivre les effets de la hausse globale des températures et, plus largement, des transformations du climat. Ces effets se traduisent notamment par des **décalages dans les dates de débourrement, de floraison ou de jaunissement**.

À l'échelle des écosystèmes, ces décalages peuvent bouleverser la dynamique des interactions entre espèces, provoquant par exemple des **ruptures de synchronisation dans les chaînes alimentaires**, de **nouvelles synchronisations néfastes avec des ravageurs** (exemple de l'épinette noire et de sa tordeuse des bourgeons [9]) ; ou des **modifications des relations de compétition**, notamment au sein des peuplements mélangés le long des gradients altitudinaux [11].

À l'échelle individuelle, les risques associés concernent notamment la **sensibilité accrue aux gelées tardives ou précoce**s, pouvant respectivement affecter la croissance et la remobilisation des éléments minéraux contenus dans les feuilles [10].



Dégâts de gel sur débourrement de chêne

Crédits-Photos : Sylvain Gaudin © CNPF

Ces changements peuvent également influer sur la **durée de la saison de végétation**, et par conséquent sur la **vulnérabilité au stress hydrique**, le **stockage de carbone** et, in fine, la **production forestière**.

À ce titre, Lebourgues et al. (2010) [7] suggèrent que des **travaux complémentaires**, menés à des **échelles régionales**, sont nécessaires pour mieux appréhender les conséquences du changement climatique sur la croissance forestière. Or, le **réseau RENECOFOR** ne dispose que de quatre placettes dans la région Hauts-de-France. Le suivi phénologique réalisé localement dans le cadre de

l'Observatoire Régional des Écosystèmes Forestiers (OREF) devrait ainsi permettre de confronter les résultats obtenus à l'échelle nationale.

Objectifs de la présente étude

Une [première étude](#), menée sur la période [2007-2015](#), avait permis de caractériser les principales tendances phénologiques observées dans la région. La présente synthèse, qui s'étend désormais [jusqu'à l'année 2024](#), vise à *confirmer, affiner ou réviser les tendances*, voire d'en faire émerger de nouvelles.

Elle poursuit plusieurs finalités : il s'agit d'abord de valider à l'échelle locale les *données nationales* issues du réseau RENECOFOR et de la littérature scientifique concernant le [chêne](#) et le [hêtre](#), tout en tirant parti de la richesse spécifique de la région pour [étendre l'analyse à d'autres essences](#). L'étude apportera ainsi des informations complémentaires sur des espèces encore peu documentées, telles que le bouleau, le noisetier ou le charme.

Les observations porteront sur différentes phases phénologiques — notamment le [débourrement](#), le [jaunissement](#), leurs [durées respectives](#), ainsi que la [longueur de la saison de végétation](#). L'objectif est également de mettre en évidence [l'influence des gradients spatiaux et climatiques](#) sur ces phases, ainsi que l'intensité de leur impact, afin de comparer la sensibilité des différentes essences. Enfin, l'analyse de la variabilité interannuelle du climat permettra d'identifier d'éventuelles [successions d'essences](#) lors du débourrement et du jaunissement, et d'en évaluer la [stabilité d'une année sur l'autre](#).

2.3.2.4 Matériel et méthode

L'aire d'étude et le réseau d'observateurs

La notation de ces dates requiert une présence régulière sur le terrain, au moment précis des événements phénologiques. Cette collecte de données est rendue possible grâce à l'engagement d'observateurs volontaires, constituant un réseau de 11 à 32 personnes selon les années (soit 60 participants au total sur la période 1997-2024). Ces contributeurs sont principalement des propriétaires forestiers, des gardes forestiers ou des agents de l'ONF. Leurs observations remontent à 1997 pour les forêts publiques et à 2007 pour les forêts privées. Au total, 326 placettes réparties sur 66 communes ont fait l'objet d'observations entre 2007 et 2024 (Fig. 1.a), souvent de manière discontinue. Chaque placette a été suivie en moyenne pendant 3,6 ans, sur une période moyenne de 5,4 ans. Le nombre annuel de placettes suivies varie de 35 à 155, toutes essences confondues (Fig. 1.b). Pour le chêne et le hêtre spécifiquement, 54 et 58 placettes ont été mobilisées, respectivement.

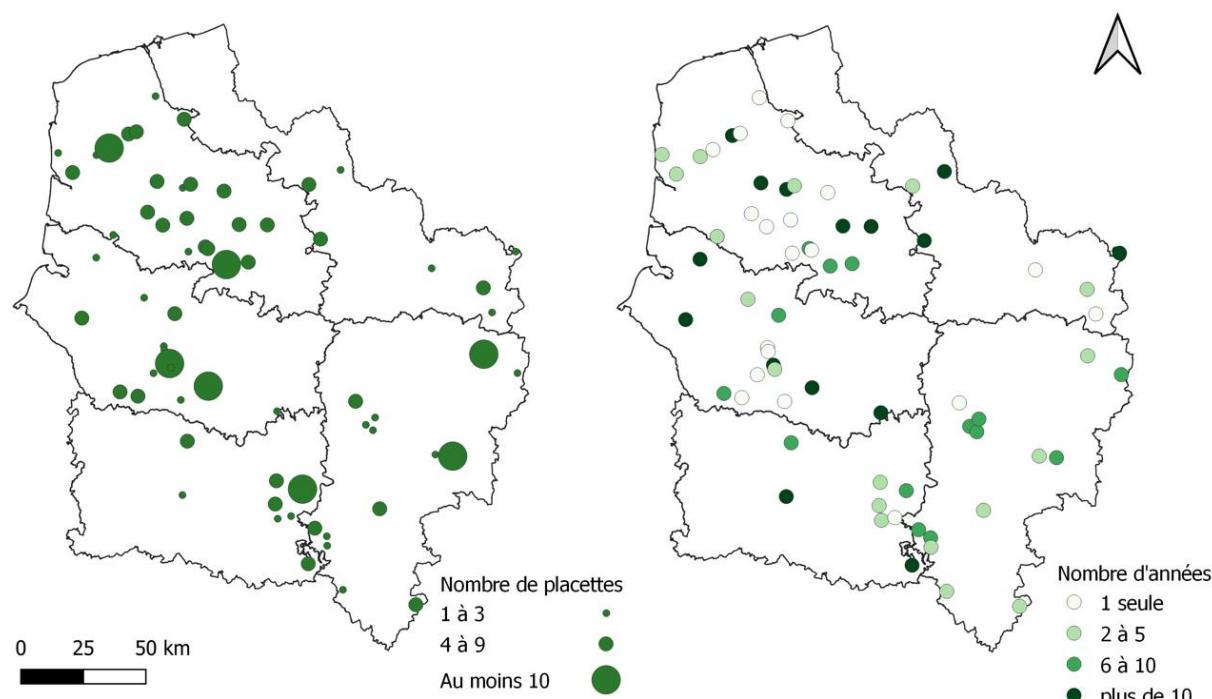


Fig. 1 : Répartition des placettes d'observation de la phénologie, sur la région Hauts-de France, pour la période 2007-2015, toutes essences confondues.

- a. la taille des ronds est fonction du nombre de placettes sur la forêt;
- b. la couleur varie en fonction du nombre d'années de suivi des placettes sur la forêt.

Les données mesurées

Les deux données relevées dans le cadre de l'OREF sont les dates de feuillaison printanière (débourrement) et de jaunissement automnal des feuilles (sénescence foliaire) dans les peuplements forestiers. Ces dates marquent respectivement le début et la fin de la saison de végétation.

Les dates de débourrement (dd)

Au printemps, pour l'ensemble des espèces observées, la première date (dd1) correspond au moment où **10 % des arbres** présentent sur **au moins 25 % du houppier** des **bourgeons ouverts**, laissant apparaître les premières petites feuilles. La seconde (dd9) correspond à la date à laquelle **90 % des arbres** présentent ces mêmes caractéristiques.

Les dates de jaunissement (dj)

A l'automne, la première notation (dj1) est définie par la date à laquelle **10 % des arbres** présentent un **début de jaunissement** sur **au moins 25 % du houppier**. La seconde date (dj9), correspond au stade où **90 % des arbres** présentent cette sénescence.

Pour chaque peuplement et chaque année, les observations ont été réalisées de manière hebdomadaire, de mars à juin pour le débourrement, et de septembre à novembre pour le jaunissement. Les notations possèdent une précision journalière ou hebdomadaire. En cas de donnée manquante sur une semaine donnée, le jour médian de celle-ci a été retenu pour les analyses.

Dans cette étude, les dates sont exprimées en jours juliens, c'est-à-dire en nombre de jours écoulés depuis le 1er janvier de l'année considérée.

Les données calculées

La durée du débourrement et du jaunissement

L'écart entre les dates d'un même événement phénologique permet de définir la durée de ce dernier, que ce soit pour le débourrement ou le jaunissement.

La longueur de la saison de végétation (lsv)

À partir des 4 dates phénologiques, 4 durées de saison de végétation peuvent être définies : la plus longue entre la première date de débourrement et la dernière de jaunissement (notée lsv19) ; à l'inverse, la plus courte entre la dernière date de débourrement et la première de jaunissement (notée lsv91) ; ainsi que les deux intermédiaires (lsv11 et lsv99). Seules les deux premières citées sont considérées dans l'analyse.

Pour permettre une comparaison avec la littérature scientifique ([3], [6], [7]), l'analyse se concentre sur les données dd1, dj9 et lsv19.

Les essences suivies

Le tableau 1 présente la liste des 10 essences ayant fait l'objet d'observations phénologiques (dd1, dd9, dj1 et/ou dj9), soit un total de 15 essences pour la période 1997-2024 et de XX pour la période 2007-2024. Les deux espèces de chênes, *Quercus robur* et *Q. petraea*, n'ont pas été distinguées, et les différents cultivars de peupliers ont été regroupés sous *Populus sp*. Compte tenu du volume important de données disponibles, les chênes et le hêtre ont fait l'objet d'analyses plus approfondies que les autres essences. Par rapport à l'étude de 2016, le frêne, dans le contexte de la chalarose, n'est plus considéré dans l'analyse.

Tab. 1 : Nombre d'observations phénologiques disponibles (cumul des dd1, dd9, dj1 et dj9), par essences et par années, sur la période 1997-2024. En rouge, les données utilisées dans les

Nb de données		1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	
<i>Acer pseudoplatanus</i>		2	51	74	60	71	60	54	40	48	42	13	32	26	28	22	20	18	18	24	703									
<i>Alnus glutinosa</i>																					4	4	4					4	20	
<i>Betula pendula</i>												17	28	16	17	12	16	8	12	8	4	4	2	4	4	4	4	4	168	
<i>Carpinus betulus</i>												30	52	38	39	46	26	18	24	28	11	27	24	22	22	20	14	14	18	473
<i>Castanea sativa</i>												6	12	12	16	14	10	8	6	10	2	8	8	12	8	6	2	2	8	150
<i>Corylus avellana</i>												2	25	40	32	30	30	26	17	18	22	7	12	12	12	10	14	8	10	335
<i>Fagus sylvatica</i>	8	8	8	8	8	8	8	8	8	12	51	78	63	78	86	82	61	88	84	32	60	60	70	48	56	50	54	58	1243	
<i>Fraxinus excelsior</i>											2	39	59	54	59	68	44	30										355		
<i>Juglans regia</i>																					4	4	4					4	24	
<i>Larix decidua</i>																											2	2		
<i>Populus sp.</i>												23	38	19	25		10	14	18	21	6	14	18	12	12	12	12	8	274	
<i>Prunus avium</i>												27	39	34	40	32	28	28	30	30	13	22	16	22	18	18	12	10	20	439
<i>Prunus spinosa</i>												12	9	8	8	6	6	2	4									55		
<i>Quercus sp.</i>	8	8	8	8	8	8	7	7	8	13	59	82	68	83	78	72	46	68	70	25	46	52	56	50	38	28	36	34	1074	
<i>Tilia cordata</i>											2	5	6	6	2	4	4										29			
	16	16	16	16	16	16	15	15	16	33	345	517	410	468	436	378	270	314	319	113	233	226	246	194	196	152	158	194	5344	

analyses⁶.

Les données climatiques

En 2013, Météo-France avait transmis au CRPF, le découpage de la région en 10 zones climatiques relativement homogènes. Pour cette présente synthèse, ces dernières ont été reprises, ce qui facilite d'ailleurs les potentielles comparaisons ; et sont décrite en Annexe 1. Les variables climatiques choisies pour caractériser chaque zone sont : les températures moyennes et des précipitations moyennes entre 1991 et 2020, à l'échelle annuelle et mensuelle. Les données trentenaires ont été actualisées à partir des moyennes des données propres aux différentes stations présentent au sein de chaque zone. Une précision plus grande afin de réaliser une analyse fine à partir des conditions annuelles n'était malheureusement pas possible par soucis de temps disponible. Les données de rayonnement solaire et d'évapotranspiration n'ont malheureusement pas pu être présentées à cause d'un manque de couverture à l'échelle du découpage climatique.

Les analyses statistiques menées

Pour les comparaisons de moyennes, une pré-analyse de la conformité des données phénologiques avec les exigences de normalité et d'homogénéité des variances est réalisée, à partir des tests de Shapiro-Wilk et de Levene, respectivement. Si les conditions sont remplies, les comparaisons sont réalisées grâce à l'ANOVA, et sinon, via son équivalent non paramétrique : le test de Kruskal-Wallis. Sous réserve qu'une différence significative est alors obtenue ; afin de discriminer les groupes différents les uns des autres, le test post-hoc paramétrique mobilisé est soit celui de Tukey, soit celui de Dunn dans le cas non paramétrique.

Pour les recherches de corrélation qui cherche à expliquer le comportement des variables d'intérêts (dd, dj et lsv) à partir des facteurs explicatifs (essence, année, critères géographiques, critères climatiques), le modèle linéaire mixte a été privilégié car il y a dépendance des mesures (cf. répétition de mesures sur un même site et interférence de la variable génétique). Dans le cas de corrélation entre deux variables d'intérêt, le modèle linéaire simple est suffisant. Dans les deux cas, les vérifications associées sont réalisées (notamment la normalité des résidus et l'homoscédasticité par diagnostics graphiques, et pour le modèle mixte uniquement, que la variance ne soit pas nulle).

⁶ Les autres, ne possédant pas assez de mesures

Pour les critères géographiques, les décalages de phénologie foliaire mis en évidence sont exprimés pour 100 km de translation (en jour.100 km⁻¹), et ont été calculés en utilisant les pentes des régressions linéaires.

Tous les tests sont réalisés sur le logiciel R, avec, quand il y en a besoin, un seuil de risque de première espèce fixé à 5 %. Dans le texte, « p » signifie « p-value ». Les étoiles correspondent à des valeurs de p-value selon le code suivant : 0 < p «***» < 0.001 < p «**» < 0.01 < p «*» < 0.05 < p «.» < 0.1.

2.3.2.5 Résultats et discussions sur le débourrement

L'effet de l'année sur les débourrements

Les années précoces et tardives

La toute première variable étudiée est celle de l'année, toutes essences confondues. Car en effet, d'une année à l'autre, le débourrement ne se déroule pas exactement à la même date. Alors qu'en 2011, le débourrement a été le plus précoce (surement en lien avec le début de printemps qui s'est révélé chaud, en particulier le mois de mars) ; au contraire, en 2013, il a été le plus tardif. Le premier a eu lieu en moyenne entre le 7 et le 16 avril (respectivement pour le début et la fin); contre le 16 avril et 4 mai pour le second. Ce décalage, de 18 à 19 jours, se révèle significatif, que ce soit pour le début ou la fin du débourrement.

Une absence de tendance

Les deux années extrêmes ne sont pas proches des bornes de l'étendue temporelle de l'étude. Néanmoins, on peut tout de même se demander s'il n'y aurait pas un motif qui se dessine au fil des années.

L'effet de l'année sur le début du débourrement a d'abord été évalué à l'aide d'un modèle linéaire mixte ne considérant que l'année comme effet fixe, l'essence et l'individu étant inclus comme effets aléatoires. Ce modèle indique une tendance à une diminution moyenne du début du débourrement de 0,8 jour par décennie, toutes essences confondues, mais cet effet n'est pas significatif ($p = 0,20$).

L'ajout de l'essence comme effet fixe, afin de tenir compte de différences systématiques entre essences tout en supposant une réponse temporelle commune, conduit à une estimation très proche (-0,9 jour par décennie), mais qui reste non significative ($p = 0,15$). L' »introduction d'une interaction entre les deux variables n'est pas non plus concluante.

Aucune tendance n'a été trouvée spécifiquement pour le hêtre ou le chêne non plus.

Variations du débourrement selon l'essence

Début et fin du débourrement

Entre 2007 et 2024, le bouleau est l'essence qui initie en moyenne le débourrement le plus tôt (4 avril), même si, de manière absolue, c'est le charme qui présente le début le plus précoce (11 mars 2024). Les tests de comparaison de moyennes (Tab. 2) ne révèlent d'ailleurs pas de différence significative entre ces deux essences, auxquelles s'ajoutent le noisetier (et le peuplier) dans le groupe des espèces les plus précoces. Ces essences sont d'ailleurs des essences de sous-étage principalement, ce qui relève d'une stratégie d'exploitation de la ressource pour profiter de la lumière avant que la végétation de l'étage supérieur ne vienne les recouvrir de leur feuillage. À l'inverse, le châtaignier amorce en moyenne le débourrement le plus tard (26 avril), tandis que le hêtre se distingue par la valeur absolue la plus tardive (31 mai 2021). Cette fois, les différences de moyennes sont significatives, confirmant que le châtaignier, accompagné du frêne, constitue le groupe le plus tardif.

Tab. 2 : Moyennes (écart-type) [min-max] de début de débourrement par espèce, par ordre croissant, avec indication des groupes significativement homogènes

Essences	Début de débourrement			
	moyenne	(e-t)	[min-max]	Groupe
<i>Betula pendula</i>	94	(8,4)	[82-119]	a
<i>Corylus avellana</i>	95	(8,2)	[78-117]	a
<i>Carpinus betulus</i>	96	(10,9)	[71-121]	a
<i>Populus sp.</i>	99	(10)	[80-117]	ab
<i>Prunus avium</i>	101	(11,5)	[78-133]	b
<i>Acer pseudoplatanus</i>	106	(9,2)	[84-131]	c
<i>Quercus sp.</i>	107	(9,6)	[86-151]	cd
<i>Fagus sylvatica</i>	109	(8,7)	[80-154]	de
<i>Fraxinus excelsior</i>	111	(10,1)	[84-135]	ef
<i>Castanea sativa</i>	117	(10,2)	[96-142]	f

La même tendance se retrouve pour la fin du débourrement (Tab. 3) : le bouleau et le charme sont les premières essences à achever ce processus, respectivement en moyenne (12 avril) et de manière absolue (25 mars 2024), et les comparaisons de moyennes confirment le même regroupement d'espèces les précoces. À l'opposé, le châtaignier termine en moyenne le plus tard (7 mai), tandis que le chêne présente la date absolue la plus tardive (7 juin 2012). Là encore, les tests confirment que le châtaignier, accompagné du frêne, constitue le groupe qui clôture le débourrement en dernier.

Tab. 3 : Moyennes (écart-type) [min-max] de fin de débourrement par espèce, par ordre croissant, avec indication des groupes significativement homogènes

Essences	Fin de débourrement			
	moyenne	(e-t)	[min-max]	Groupe
<i>Betula pendula</i>	103	(7,8)	[89-125]	a
<i>Carpinus betulus</i>	106	(11,3)	[85-132]	a
<i>Corylus avellana</i>	106	(8,5)	[86-128]	a
<i>Populus sp.</i>	106	(9,9)	[87-131]	ab
<i>Prunus avium</i>	111	(11,8)	[85-147]	b
<i>Quercus sp.</i>	116	(9,8)	[96-158]	c
<i>Acer pseudoplatanus</i>	117	(9,8)	[94-142]	c
<i>Fagus sylvatica</i>	118	(8,4)	[94-157]	cd
<i>Fraxinus excelsior</i>	121	(10)	[94-145]	de
<i>Castanea sativa</i>	128	(11,8)	[108-156]	e

Durée du débourrement Enfin, il s'avère que le débourrement dure en moyenne 9,8 jours. Les tests de comparaison de moyennes (Tab.4) révèlent que la plupart des essences ne sont pas significativement différentes les unes des autres ; seuls, le peuplier, le hêtre et l'érable sycomore sortent du lot avec des moyennes respectivement plus basse (8,2 jours), intermédiaire (9,4 jours) et plus haute (11,2 jours).

Tab. 4 : Moyennes (écart-type) de durée de débourrement par espèce, par ordre croissant, avec indication des groupes significativement homogènes

Essences	Durée de débourrement		
	moyenne	(e-t)	Groupe
<i>Populus sp.</i>	8,2	(5,4)	a
<i>Betula pendula</i>	8,6	(3,1)	abc
<i>Quercus sp.</i>	9,3	(4,4)	ac
<i>Fagus sylvatica</i>	9,4	(4,4)	b
<i>Carpinus betulus</i>	9,8	(5,4)	abc
<i>Prunus avium</i>	9,9	(4,5)	bc
<i>Fraxinus excelsior</i>	9,9	(4,8)	bc
<i>Castanea sativa</i>	10,4	(6,1)	abc
<i>Corylus avellana</i>	10,7	(5,4)	bc
<i>Acer pseudoplatanus</i>	11,2	(6,5)	c

Cas du chêne et du hêtre

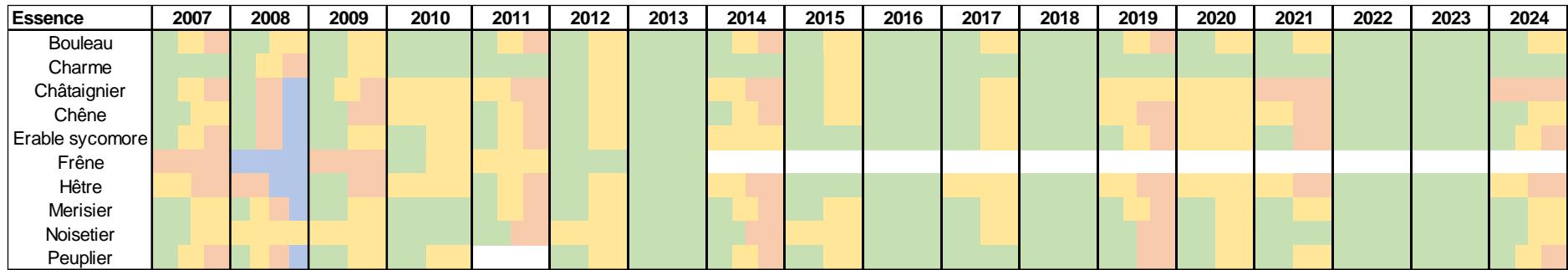
Concernant spécifiquement le **chêne** et le **hêtre**, leurs débourrements moyens débutent respectivement le 17 et le 19 avril, et se terminent le 25 et le 27 avril. Dans les deux cas (auxquels s'ajoute même celui de la durée du débourrement avec des moyennes respectives de 9,28 et 9,37 jours), l'**absence de différence significative** confirme un **comportement quasi simultané**. Ainsi, comme le montrait déjà l'étude de 2016, nos résultats ne **corroborent pas** ceux présentés par **LEBOURGEOIS** et al. en 2010 [7], selon lesquels « ...un débourrement du chêne 10 à 20 jours plus précoce que le hêtre dans l'Ouest de la France et 10 jours dans l'Est ». De même, les observations de **VITASSE** et al. En 2009 [10], indiquant que le chêne précède le hêtre de 20 jours en dessous de 400 m d'altitude — ce qui correspond à la situation de notre région — ne sont pas confirmées ici.

Une succession des espèces observable à l'échelle de la période, mais peu visible à l'échelle annuelle

La variable dd1 donne un aperçu pertinent pour observer les successions de débourrement, et les tableaux précédents permettent de les identifier. Le **bouleau**, le **charme** et le **noisetier**, déjà citées en tant qu'espèces précoce, débourrement, en moyenne, entre **5 et 7 jours** avant le **merisier**, qui lui-même débourse **5 jours** avant l'**érable sycomore**. Et pour finir, également cité précédemment, le **châtaignier** ferme la marche, en moyenne, **11 jours** plus tard. *On peut noter que le schéma est très similaire pour la fin de débourrement, c'est-à-dire, avec dd9.*

Précédemment, la variable « année » a un effet significatif sur les débourrements (même si absence de tendance). Il convient alors de se demander si des successions à l'échelle de l'année sont perceptibles et, le cas échéant, s'il y a des variations entre les années.

Fig. 2 permet de visualiser les résultats des tests de comparaison de moyenne de dd1, en fonction des espèces et des années. A une année donnée, pour chaque couleur qu'une essence présente, cette dernière ne peut pas être significativement discriminée de toutes les autres essences présentant la même couleur. Tab. 5 permet de compléter la figure, grâce à l'ordre croissant d'apparition du début de débourrement moyen, pour chaque année, tout en reportant les essences qui peuvent être significativement discriminées les unes des autres. En fait, à l'**échelle de l'année, les groupes significativement différents qui permettent de construire les successions de débourrement des espèces sont limités aux extrêmes (début et fin)**. Jamais un groupe intermédiaire n'est clairement identifiable. Il y a même des années où il est simplement impossible de réellement différencier les moyennes. La principale raison identifiée est le manque de données. Ceci dit, le hêtre retient tout de même l'attention : ce dernier se révèle **assez souvent significativement tardif certaines années alors qu'il n'est pas identifier comme tel à l'échelle des 17 années d'analyse**. Les conditions climatiques sont-ils la cause de cette dissonance ?



Pour une année, les couleurs permettent de regrouper les essences dont les moyennes ne sont pas significativement différentes. Ainsi, si deux essences montrent au moins une couleur en commun, elles ne sont pas significativement différentes ; et à l'inverse, si elles n'ont aucune couleur en commun, elles sont significativement différentes.

Fig. 2 : Visualisation des groupes d'essences significativement homogènes, construits à partir des moyennes du début de débourrement (dd1), année après année

Tab. 5 : Classement des essences par début de débourrement moyen croissant, année après année, tout en faisant apparaître les successions

2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Charme	Noisetier	Noisetier	Bouleau	Bouleau	Noisetier	Bouleau	Charme	Bouleau	Bouleau	Bouleau	Bouleau	Charme	Bouleau	Bouleau	Bouleau	Bouleau	Bouleau
Merisier	Bouleau	Bouleau	Charme	Noisetier	Peuplier	Noisetier	Noisetier	Noisetier	Peuplier	Peuplier	Peuplier	Charme	Charme	Charme	Charme	Charme	Charme
Noisetier	Merisier	Peuplier	Merisier	Charme	Bouleau	Peuplier	Bouleau	Peuplier	Noisetier	Charme	Charme	Noisetier	Noisetier	Noisetier	Noisetier	Noisetier	Noisetier
Peuplier	Charme	Charme	Noisetier	Merisier	Merisier	Charme	Peuplier	Charme	Noisetier	Noisetier	Noisetier	Peuplier	Peuplier	Peuplier	Peuplier	Peuplier	Peuplier
Bouleau	Peuplier	Merisier	Peuplier	Erable s.	Charme	Erable s.	Merisier	Merisier	Hêtre	Merisier							
Chêne	Erable s.	Erable s.	Erable s.	Chêne	Frêne	Frêne	Chêne	Frêne	Chêne								
Erable s.	Chêne	Chêne	Frêne	Hêtre	Hêtre	Hêtre	Hêtre	Erable s.									
Hêtre	Hêtre	Hêtre	Chêne	Frêne	Frêne	Hêtre	Hêtre	Châtaignier									
Châtaignier	Frêne	Châtaignier	Frêne	Châtaignier	Frêne	Châtaignier											
Frêne	Châtaignier	Frêne	Châtaignier														

démontre.

En gris, essences qui appartiennent à plusieurs groupes homogènes qui se recoupent les uns avec les autres. En rose et violet, celles formant des groupes homogènes purs.

Les gradients spatiaux de débourrement

Effet de la longitude

L'analyse du modèle linéaire mixte montre que la longitude a un effet significatif sur la variable de début de débourrement dd1 ($p = 0,0028$). Le coefficient estimé est de -3,582 jours par degré de longitude. En convertissant ce coefficient en distance réelle, en tenant compte de la latitude moyenne des sites (environ 50°), cela correspond à environ -5,0 jours pour 100 km vers l'est (à noter que le résultat similaire pour la fin du débourrement). Autrement dit, **le début du débourrement s'avance d'environ 5 jours, pour un déplacement de 100 km vers l'Est**. Le résultat pour le **chêne** ($p = 9e-04$) est **même supérieur avec 6,5 jours pour 100 km**. Ce résultat est normalement rencontré pour les populations situées à l'est de l'aire de répartition du chêne sessile (Roumanie [2]) mais, en France, il va à l'encontre de ceux usuellement trouvés en littérature. En effet, cette dernière renseigne plutôt que le début de débourrement du chêne est retardé de 2,7 jours pour 100 km parcouru vers l'est [6] [7]. Une hypothèse explicative pourrait être les vents marins de l'ouest plus froids dans la région que dans le reste de la France au début du printemps ; auquel s'ajoute la présence de plateaux (Artois), de faible altitude certes mais tout de même plus exposés aux vents et aux nuits plus fraîches. Pour le **hêtre**, le résultat est **non significatif** ($p = 0,21$).

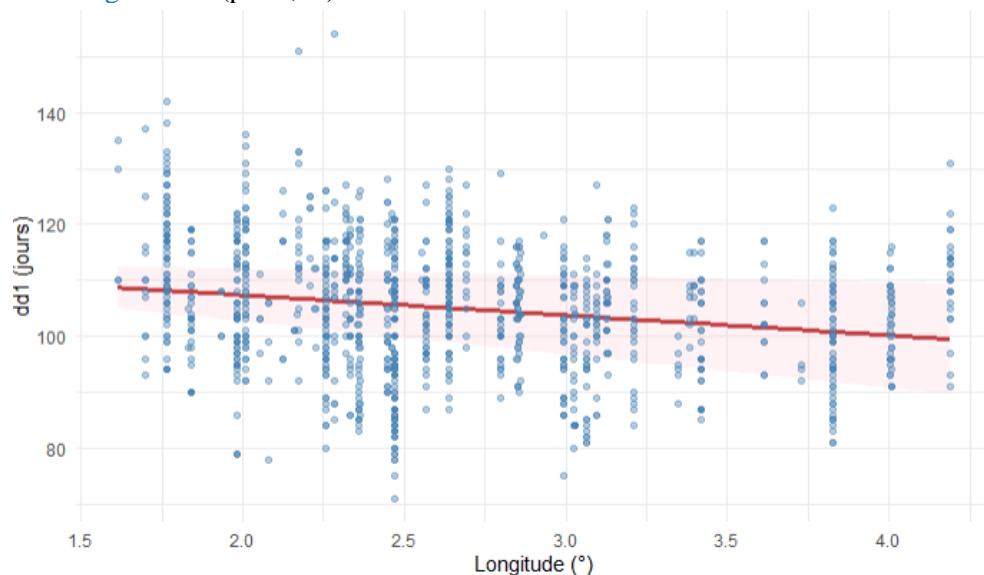


Fig. 3 : Effet de la longitude sur le début de débourrement toutes essences confondues
($p=0,0016$)

Effet de la latitude

De façon similaire, la latitude a un effet significatif sur la variable de début de débourrement dd1 ($p = 0,0006$). Le coefficient estimé est de 5,256 jours par degré de latitude. En convertissant ce coefficient en distance réelle, en tenant compte de la conversion standard de 1° de latitude \approx 111 km, cela correspond à environ **4,7 jours pour 100 km vers le nord**. Autrement dit, **le début du débourrement tarde de 4,9 jours pour un déplacement de 100 km vers le nord** (à noter que le résultat est bien supérieur à ce qui peut être trouvé dans l'article de LEBOURGEOIS et al., 2006 avec 2,3 jours/100km pour l'ensemble des placettes feuillues [5]). Les raisons fréquemment rencontrées pour expliquer ce décalage sont les variations dans le régime thermique, dans la photopériode et dans la longueur du jour qui accompagnent la montée en latitude. Le résultat du **chêne** est également significatif ($p = 4,6e-09$), et atteint même **6,9 j/100 km**. En revanche le modèle n'est **pas significatif** chez le **hêtre** ($p = 0,07$).

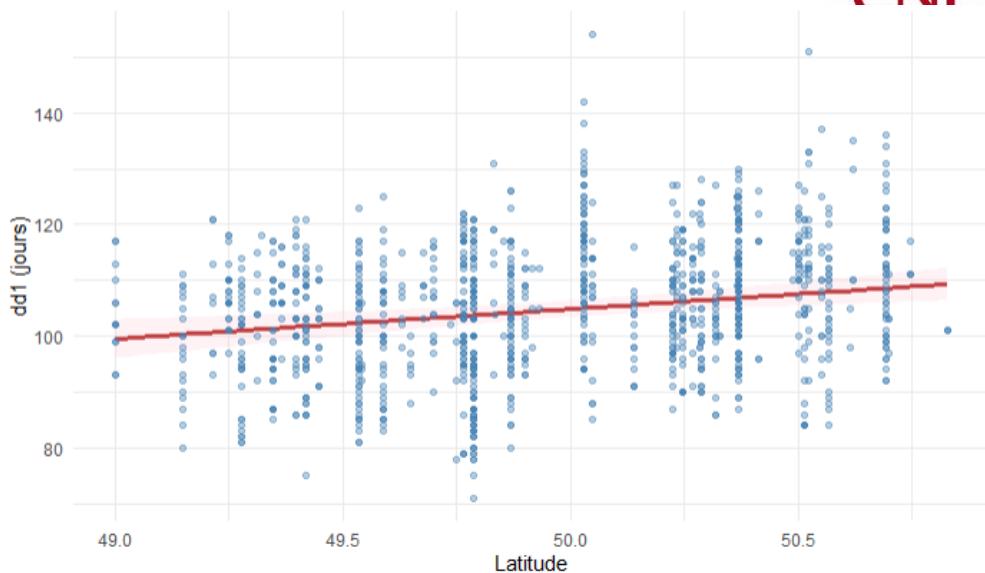


Fig. 4 : Effet de la latitude sur le début de débourrement ($p = 0,0004$)

Effet de la distance à la mer

Au-delà de la longitude et de la latitude, il est également possible d'interroger la distance à la mer. À noter que, par la géographie de la région, il y a une interaction forte entre la distance à la côte et la longitude, donc on s'attend à ce que le résultat aille dans le même sens. Sans surprise donc, la distance à la mer se révèle également être une variable significative pour le début du débourrement ($p = 1e-04$), avec un coefficient estimé à -0.038 jours par kilomètre. Autrement dit, **le début du débourrement est avancé de 3,8 jours/100 km d'éloignement de la côte**. Les résultats du **chêne** sont encore plus prononcés, avec **5,7j/100 km**. Mais pour le **hêtre**, la relation n'est pas significative ($p = 0,14$).

Les gradients climatiques de débourrement

Différenciation des zones climatiques

Toutes essences confondues, l'analyse de comparaison des moyennes de débourrement dd1 en fonction des zones climatiques a mis en évidence des **différences significatives** ($p = 5e-32$). **Trois groupes distincts** sont ressortis, ce qui permet de distinguer les **zones à débourrement précoce, intermédiaire et tardif**. **6 des 10 zones** climatiques appartiennent à un unique groupe, ce qui permet de les discriminer les unes par rapport aux autres. Pour les autres zones, c'est le nombre de données qui est mis en cause, variant entre 3 et 37 ; alors que ce nombre varie entre 119 et 348 pour les précédentes. La figure 5 présente ces résultats. Elle permet d'ailleurs de retrouver les tendances présentées précédemment, en lien direct avec la géographie des zones climatiques

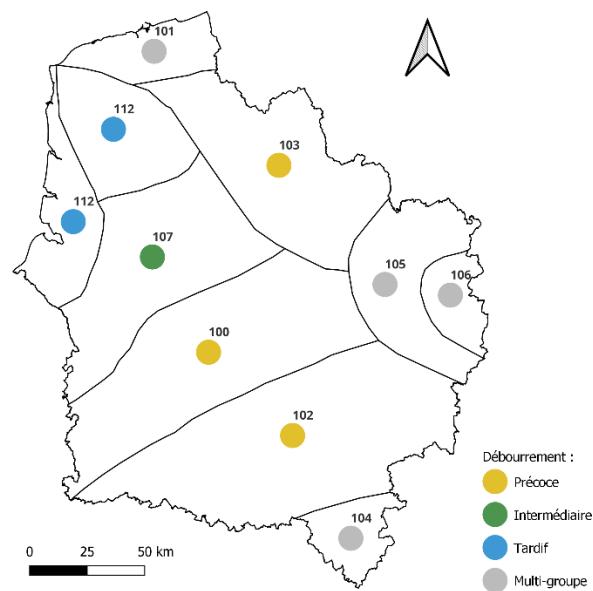


Fig. 5 : Cinétique du débourrement, toutes essences confondues, en fonction des zones climatiques et selon le regroupement par comparaisons de moyennes ($p = 5e-32$)

Pour le **chêne** et le **hêtre**, les comparaisons de moyennes ont également montré des différences significatives dans les dates de début de débourrement au sein des différentes zones ($p = 2,2e-9$ et $p = 0,005$ respectivement). Néanmoins, **les groupes se recoupent davantage**. Ainsi, pour le chêne, la seule différence significative se situe entre le Boulonnais/ Haut-Pays d'Artois au nord, et le Vexin, Compiégnois / Soissonnais au sud ; avec des débuts de débourrement moyens respectivement à j115 et j102. Pour le hêtre, il s'agit des mêmes zones (j114 et j107), mais la Littoral Sud s'ajoute au groupe du Vexin et la dichotomie nord/sud est alors effacée. Pour la construction des cartes suivantes (Fig. 6), les groupes de comparaison de moyennes ne sont pas pris en compte : les trois classes (Précoce, Intermédiaire et Tardif) sont définies à partir des tertiles des moyennes des zones, par essence ; et les groupes sont indiqués à côté des moyennes. Pour le chêne, on retrouve les mêmes schémas géographiques trouvés précédemment, avec les moyennes plus tardives vers l'ouest et le nord ; alors que le signal est plus brouillé chez le hêtre.

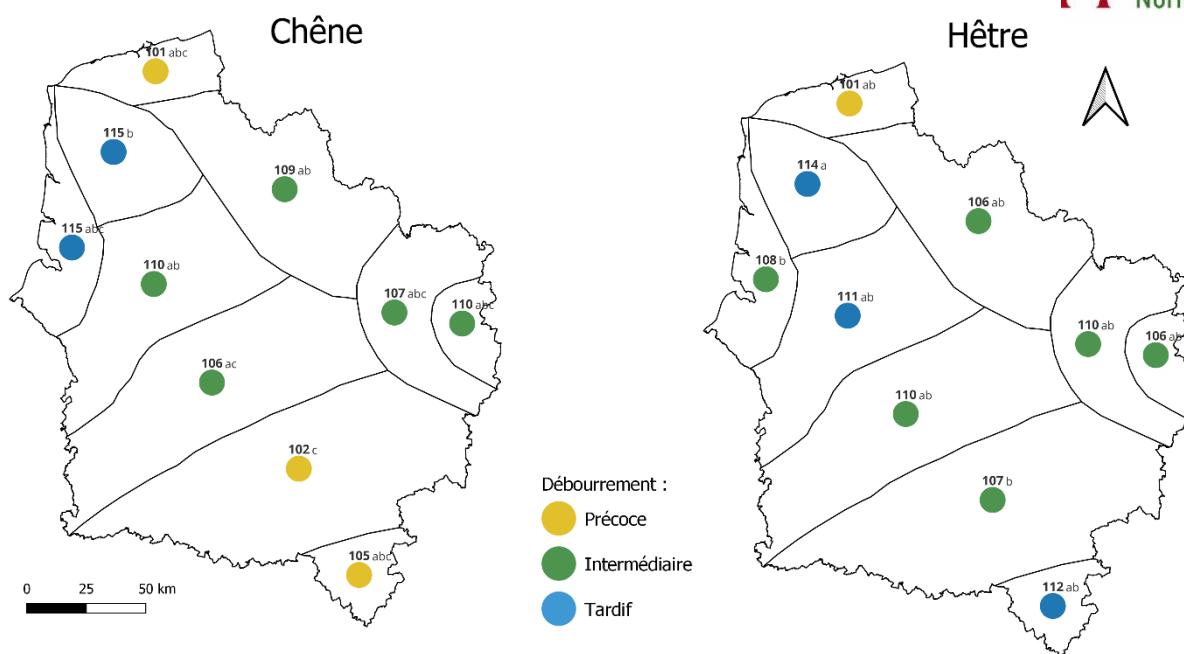


Fig. 6 : Cinétique du débourrement chez le chêne (à gauche) et le hêtre (à droite). Des lettres différentes correspondent à des dates moyennes significativement différentes.

Relation inter-annuelle : un jaunissement tardif retarde légèrement le débourrement

L'analyse linéaire (Fig. 3) montre que la date de fin de jaunissement (dj9) de l'année N influence significativement la date de début débourrement de l'année suivante (dd1), toutes essences et années confondues. Le modèle linéaire simple indique qu'un retard d'un jour dans le jaunissement entraîne en moyenne un retard de 0,14 jour du débourrement l'année suivante ($p < 0,001$). Bien que la proportion de variance expliquée par ce seul prédicteur soit faible ($R^2 = 2,7\%$), l'effet est clairement détectable grâce au nombre important d'observations. La tendance globale est positive, ce qui suggère qu'un jaunissement plus tardif est associé à un débourrement légèrement plus tardif l'année suivante. Ce résultat corrobore l'étude belge menée par Marchand et al. en 2020 [8].

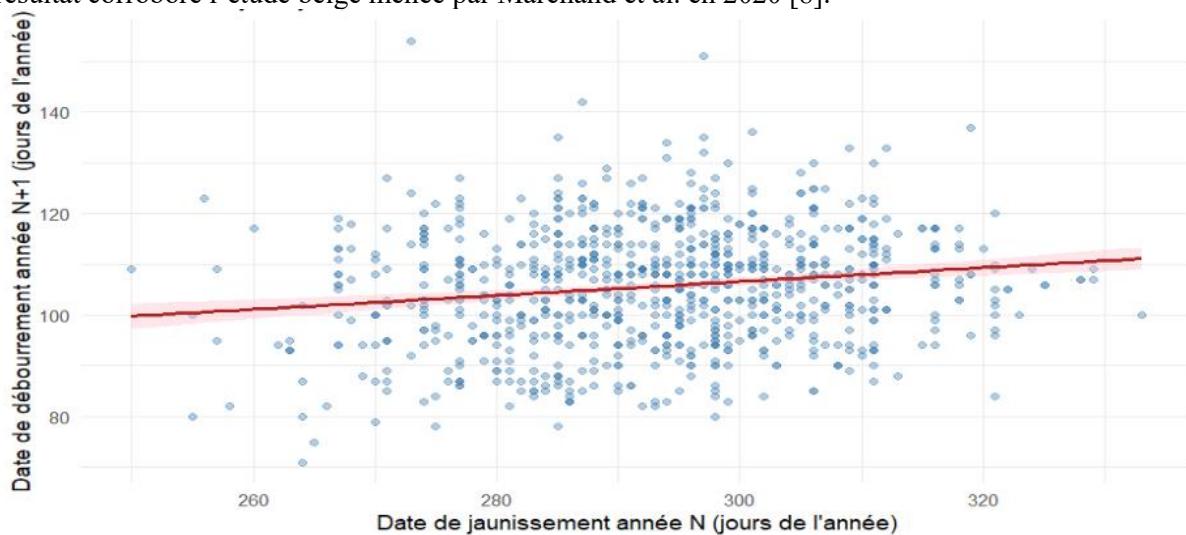


Fig. 7 : Influence de la date de jaunissement sur le débourrement de l'année suivante ($a=0,137$ et $R^2=0,027$)

En revanche, lorsque l'on considère individuellement le chêne et le hêtre, cette [relation n'est pas détectable](#). Pour les Chênes, le modèle linéaire indique une pente très faible (pente = 0,03 jour/jour, $R^2 \approx 0,0014$) ; alors que pour les Hêtres, la pente est légèrement négative (pente = -0,07 jour/jour, $R^2 \approx 0,009$). Mais dans les deux cas, le résultat est non significatif ($p = 0,59$ et $0,16$ respectivement), suggérant qu'aucun effet clair du jaunissement de l'année N sur le débourrement de l'année suivante n'est présent.

2.3.2.6 Résultats et discussions sur la sénescence foliaire

L'effet de l'année sur les jaunissements

Les années précoces et tardives

Tout comme le débourrement, les dates de jaunissements varient d'une année à l'autre et il convient d'étudier ces variations, toutes espèces confondues. Alors qu'en 2007, le **jaunissement** a été **le plus précoce** ; au contraire, en 2023, il a été **le plus tardif** (on peut noter que la pluviométrie de 2023 a été excédentaire et qu'il n'y a pas eu de stress hydrique). Le premier a eu lieu en moyenne **entre le 25 septembre et le 10 octobre** (respectivement pour le début et la fin); contre **le 17 et le 31 octobre** pour le second. Ce **décalage, de 21 à 22 jours**, se révèle significatif, que ce soit pour le début ou la fin du débourrement. A noter que l'année 2024 n'est significativement pas différente de 2023, avec, en moyenne, un jaunissement débutant le 13 octobre, pour finir le 27.

Une tendance au jaunissement tardif

Il s'avère donc que les années de jaunissement précoces et tardif correspondent aux bornes de l'étude. Peut-être cette fois-ci y aurait-il une tendance significative. Une analyse par modèle linéaire mixte (avec pour effet fixe uniquement l'année⁷) a donc été réalisée afin d'évaluer l'évolution de la variable dj9 au cours du temps. Les résultats montrent un **effet significatif** et positif de l'année : dj9 augmente en moyenne de **0,6 jours par an** ($p < 0,001$). Les jaunissements sont deviennent **de plus en plus tardifs**. L'effet est tout à fait similaire chez le hêtre et est même **encore plus fort chez le chêne** (**0,81 jour par an**), toujours de façon significative.

pente = 0.6332

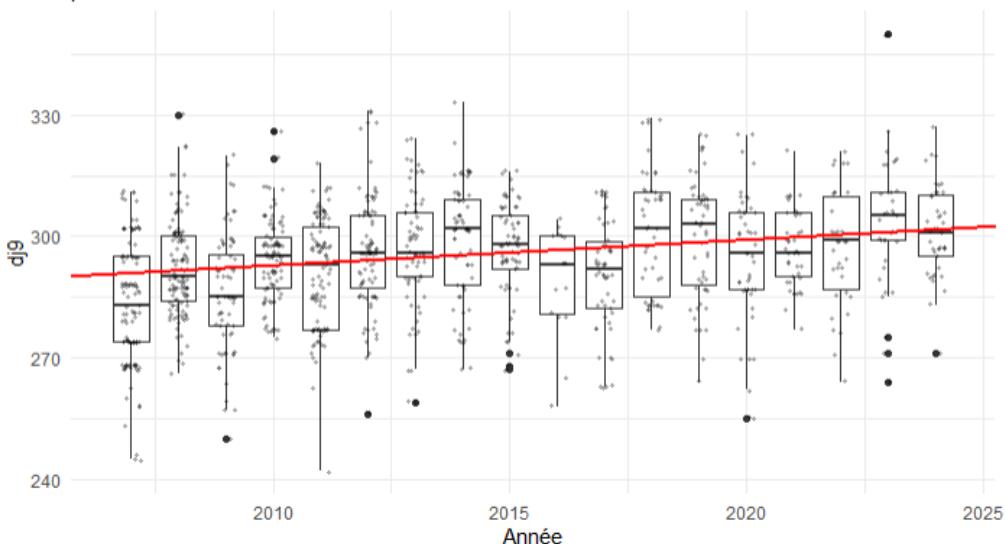


Fig. 8 : Boxplot des dates de jaunissement par année avec la droite issue du modèle linéaire mixte

Variations du jaunissement selon l'essence

Début et fin du jaunissement

Les premiers jaunissements apparaissent, en **moyenne** et en **absolu**, chez la même essence : le **bouleau** (respectivement le **24 septembre** et le **5 août 2007**) (Tab. 6). Les tests de comparaison de moyennes réunissent, dans un même groupe, le bouleau avec le charme, le châtaignier, le frêne, le merisier, le noisetier et le peuplier (c'est-à-dire, presque toutes les essences ... en réalité les différences significatives sont peu nombreuses). Parmi eux, le bouleau se distingue toutefois en apparaissant uniquement dans ce groupe.

⁷ Résultats similaires en ajoutant l'Essence dans les effets fixes :

À l'inverse, les derniers à débuter leurs jaunissemens sont, en moyenne, chez le chêne (11 octobre), et de manière absolue chez le charme (15 novembre). Le chêne est significativement différent de toutes les autres essences et se retrouve seul dans son groupe.

Tab. 6 : Moyennes (écart-type) [min-max] de début de jaunissement par espèce, par ordre

croissant, avec indication des groupes significativement homogènes

Essences	Début de jaunissement			
	moyenne	(e-t)	[min-max]	Groupe
<i>Betula pendula</i>	267	(17,8)	[218-297]	a
<i>Populus sp.</i>	272	(13,7)	[241-298]	ab
<i>Carpinus betulus</i>	274	(13,6)	[243-319]	ab
<i>Prunus avium</i>	275	(14,1)	[242-305]	abc
<i>Fraxinus excelsior</i>	276	(11,9)	[251-310]	abc
<i>Corylus avellana</i>	278	(12,1)	[236-305]	abc
<i>Castanea sativa</i>	278	(11,4)	[253-311]	abcd
<i>Acer pseudoplatanus</i>	279	(14,2)	[235-320]	bc
<i>Fagus sylvatica</i>	279	(12,9)	[243-326]	c
<i>Quercus sp.</i>	284	(14,3)	[245-318]	d

Certaines correspondances avec les comportements de débourrement sont observables : par exemple, le bouleau faisait déjà partie des premiers à commencer le débourrement, tandis que le chêne se retrouvait déjà dans le groupe des derniers à terminer le débourrement. Cependant, certains comportements sont inversés : le charme apparaît en dernier absolu pour le début du jaunissement alors qu'il était dans le groupe des premiers à commencer le débourrement, et le châtaignier est précoce pour le jaunissement alors qu'il est tardif pour débuter ou terminer le débourrement.

Les résultats relatifs à la fin du jaunissement font échos à ceux du début. Les premiers à achever le jaunissement sont, en moyenne, le peuplier (10 octobre), et de manière absolue l'érable (29 août 2011) (Tab.7). Les tests de comparaison de moyennes ne les placent cependant pas dans le même groupe ; les essences précoces à terminer leur jaunissement restent les mêmes que celles précoce pour débuter leur jaunissement.

Les derniers à terminer le jaunissement sont, en moyenne, le chêne (27 octobre), et de façon absolue le charme et le hêtre (15 décembre 2023). Le chêne reste seul dans son groupe, confirmant son rôle de retardataire pour le jaunissement (début comme fin de ce fait).

Tab. 7 : Moyennes (écart-type) [min-max] de fin de jaunissement par espèce, par ordre croissant, avec indication des groupes significativement homogènes

Essences	Fin de jaunissement			
	moyenne	(e-t)	[min-max]	Groupe
<i>Populus sp.</i>	283	(13,3)	[250-307]	a
<i>Betula pendula</i>	284	(16,1)	[245-316]	a
<i>Prunus avium</i>	290	(15,6)	[246-316]	ab
<i>Carpinus betulus</i>	290	(14,8)	[255-350]	a
<i>Fraxinus excelsior</i>	290	(11,8)	[268-324]	ab
<i>Corylus avellana</i>	291	(11,4)	[268-333]	ab
<i>Castanea sativa</i>	293	(12,7)	[260-318]	abcd
<i>Acer pseudoplatanus</i>	295	(15,2)	[242-329]	bc
<i>Fagus sylvatica</i>	297	(12,8)	[257-350]	cd
<i>Quercus sp.</i>	300	(13,9)	[259-331]	d

Durée du jaunissement

La durée **moyenne** du jaunissement est de **16 jours**, identique à l'analyse menée en 2016. La plupart des essences ne présentent pas de **différences significatives**, avec **seulement deux groupes distincts** (Tab. 8).

Tab. 8 : Moyennes (écart-type) de durée de jaunissement par espèce, par ordre croissant, avec indication des groupes significativement homogènes

Essences	Durée de jaunissement		
	moyenne	(e-t)	Groupe
<i>Populus sp.</i>	12,1	(5,3)	a
<i>Corylus avellana</i>	13,9	(6,6)	a
<i>Fraxinus excelsior</i>	14,5	(7,4)	ab
<i>Prunus avium</i>	14,9	(8)	ab
<i>Castanea sativa</i>	15,0	(7,6)	ab
<i>Carpinus betulus</i>	15,9	(8,5)	ab
<i>Acer pseudoplatanus</i>	16,1	(8,7)	ab
<i>Quercus sp.</i>	16,2	(8,9)	ab
<i>Betula pendula</i>	17,6	(9,7)	ab
<i>Fagus sylvatica</i>	17,8	(9)	b

De plus, les essences n'appartenant qu'à un seul groupe sont le **noisetier** et le **peuplier**, pour les **durées courtes** ; et le **hêtre**, pour les **durées longues** ; toutes les autres étant partagées entre les deux groupes.

Il est à noter que le peuplier faisait déjà partie du groupe des durées de débourrement les plus courtes, ce qui reflète des peuplements synchronisés.

Toutes essences confondues, la durée moyenne du jaunissement dépasse celle du débourrement d'environ **9 jours**, de manière très significative.

Cas du chêne et du hêtre

Pour le chêne et le hêtre, le **jaunissement du hêtre apparaît plus précoce** : il **débute** en moyenne le **5 octobre** contre le **10 octobre pour le chêne**, et se **termine** le **24 octobre** contre le **27 octobre**. Cependant, la **différence significative** n'est confirmée **que pour le début du jaunissement** ; la fin du jaunissement ne présente pas de différence significative. De même, les durées moyennes ne diffèrent pas significativement, avec 17,8 jours pour le hêtre et 16,2 jours pour le chêne.

La succession des jaunissements à l'échelle des 17 années d'étude

La **succession des essences pour le jaunissement est bien moins nette** que pour le débourrement. Que l'on prenne le début ou la fin, les groupes s'entremêlent. Pour **dj9** il n'est même possible d'identifier **que les groupes extrêmes** avec les précoce que sont le **peuplier**, le **bouleau** et le **charme**, et de **10 à 17 jours** plus tard en moyenne, le **chêne**, tardif. Le seul groupe **intermédiaire** identifiable, représenté par le **hêtre**, l'est grâce à **dj1**.

Comme démontré précédemment, la variable « année » a un effet sur les jaunissements. Peut-être que des successions intra-annuelle sont alors brouillées par les différences inter-annuelles.

Aucune différentiation possible à l'échelle annuelle

Alors que pour les débourrements, il était au moins possible de distinguer les groupes de début et de fin ; **pour les jaunissements, aucune succession n'est discernable à l'échelle d'une année** (unique cas en 2010, avec le **peuplier** en premier et le **chêne** en dernier). La principale raison identifiée reste le manque de données.

Les gradients spatiaux de jaunissement

Effet de la longitude

Contrairement aux débouvements, le modèle linéaire mixte démontre un effet **non significatif** de la longitude sur la fin du jaunissement, que ce soit pour toutes essences confondues ($p = 0,44$), pour le chêne ($p = 0,69$), ou pour le hêtre ($p = 0,46$).

Effet de la latitude

Le modèle linéaire étudiant l'effet de la latitude sur la fin de jaunissement $dj9$ est cette fois-ci significatif ($p = 0,03$). Le coefficient s'élève à -6,2084 jours par degré de latitude, ce qui revient à dire **qu'un déplacement de 100 km vers le sud entraîne un retard de sénescence foliaire de 5,6 jours**. L'étude roumaine de Gafenco [2] relate également une sénescence plus précoce vers le nord et plus tardive vers le sud. Le décalage atteint **7,3 jours** chez le **chêne** ($p = 0,04$) mais n'est **pas significatif** chez le **hêtre** ($p = 0,14$).

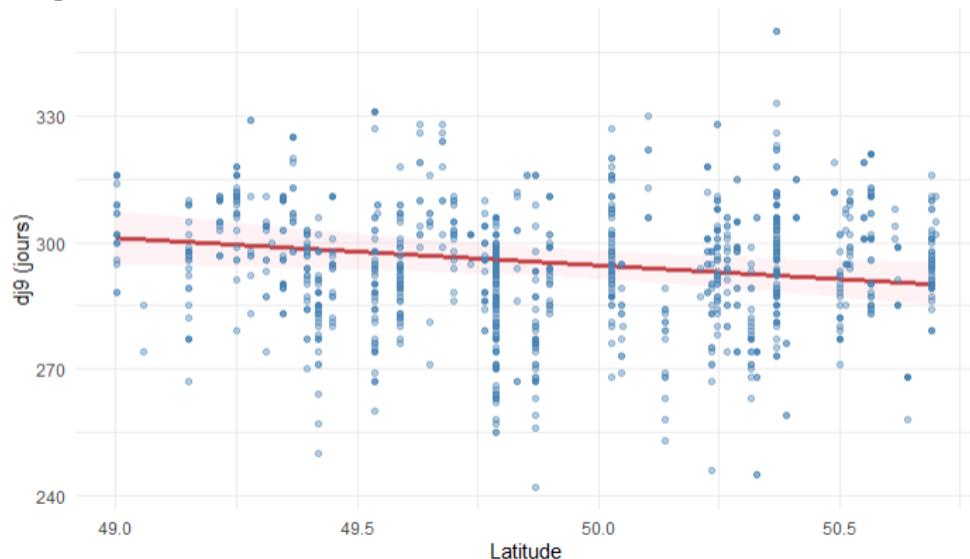


Fig. 9 : Effet de la latitude sur la fin de jaunissement, toutes essences confondues ($p = 0,0197$)

Effet de la distance à la mer

Comme pour la longitude, il n'est pas surprenant qu'**aucune relation linéaire mixte ne s'est révélée significative** pour l'effet de la distance à la mer sur la fin du jaunissement, que ce soit pour toutes essences confondues ($p = 0,0543$), pour le chêne ($p = 0,21$) ou pour le hêtre ($p = 0,11$)

Les gradients climatiques de jaunissement

Différenciation des zones climatiques

Comme pour les débouvements, il y a des **différences significatives** entre les moyennes de fin de jaunissement entre les différentes zones, toutes essences confondues ($p = 2,9e-17$). Quatre groupes distincts ressortent. En revanche, **seulement 2 des 10 zones** sont appartenants à un **unique groupe**, avec le Beauvaisis / Santerre / St-Quentinois pour la zone la plus précoce et le sud de l'Aisne pour la zone la plus tardive. Le reste des zones appartiennent à des groupes qui se chevauchent. La visualisation des groupes est moins pertinente que pour les débouvements.

Pour le **chêne** et le **hêtre**, les comparaisons de moyennes ont également montré des différences significatives dans les dates de fin de jaunissement au sein des différentes zones ($p = 2,4e-5$ et $p = 1,6e-4$ respectivement). Dans les deux cas, seulement **deux groupes significativement différents** ont été identifiés ; de plus, comme pour les débouvements, **peu de zones appartiennent à un unique groupe** (4 pour le chêne et 3 pour le hêtre). La méthodologie précédente a été de nouveau mobilisée, avec les

classes Précoce, Intermédiaire et Tardif, définies selon les tertiles des moyennes des zones. Pour le chêne on retrouve le gradient Nord/Sud de jaunissement du plus précoce au plus tardif.

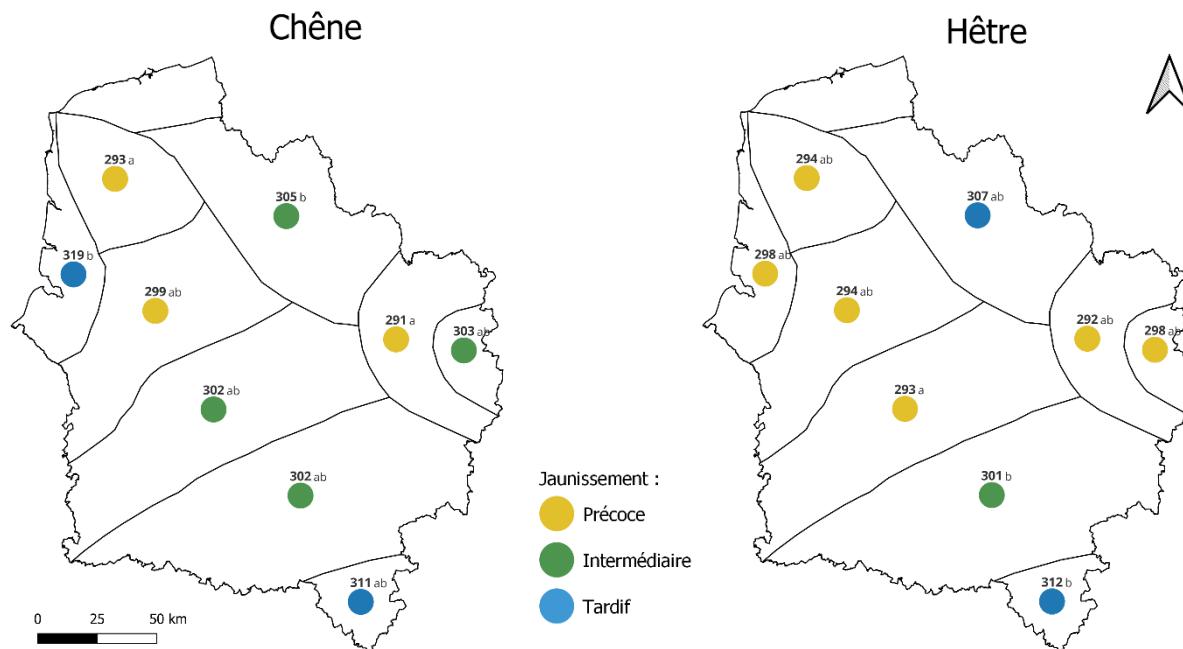


Fig. 10 : Cinétique du jaunissement chez le chêne (à gauche) et le hêtre (à droite). Des lettres différentes correspondent à des dates moyennes significativement différentes.

Relation infra-annuelle : un débourrement tardif retarde légèrement le jaunissement

L'analyse linéaire (Fig. 5) montre que la date de début de débourrement (dd1) influence significativement la date de fin de jaunissement de la même année (dj9), toutes essences et années confondues. Le modèle linéaire simple indique qu'un retard d'un jour dans le débourrement entraîne en moyenne un retard de 0,29 jour dans le jaunissement ($p < 0,001$). La tendance est positive, ce qui suggère qu'un débourrement tardif est associé à un jaunissement légèrement tardif l'année suivante. Ce résultat corrobore l'étude américaine de Keenan et Richardson en 2015 [3], et, en partie celle roumaine de Gafenco en 2022 [2], malgré les différences géographiques.

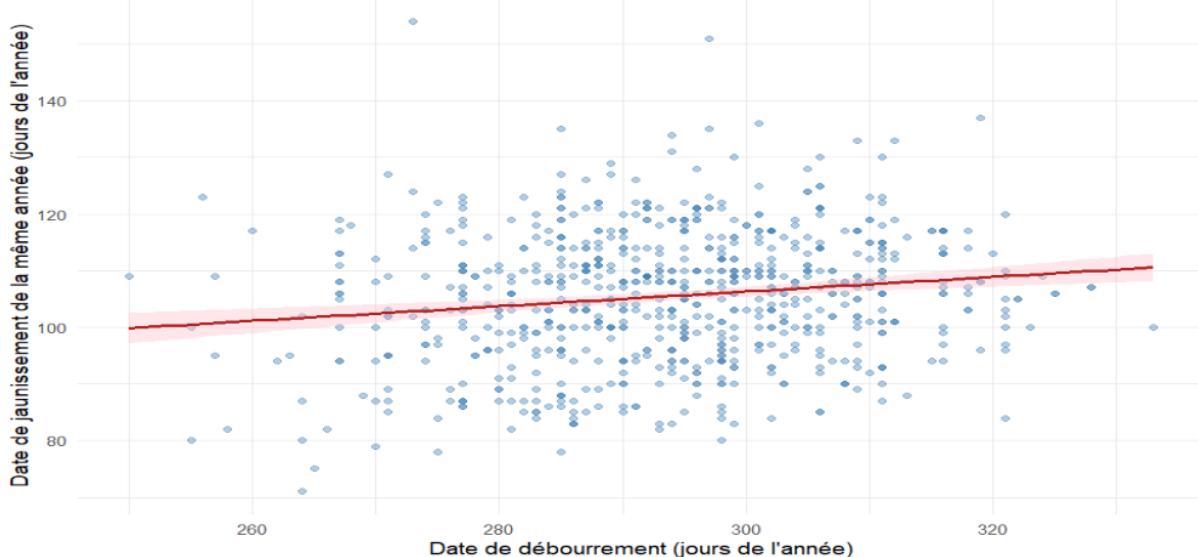


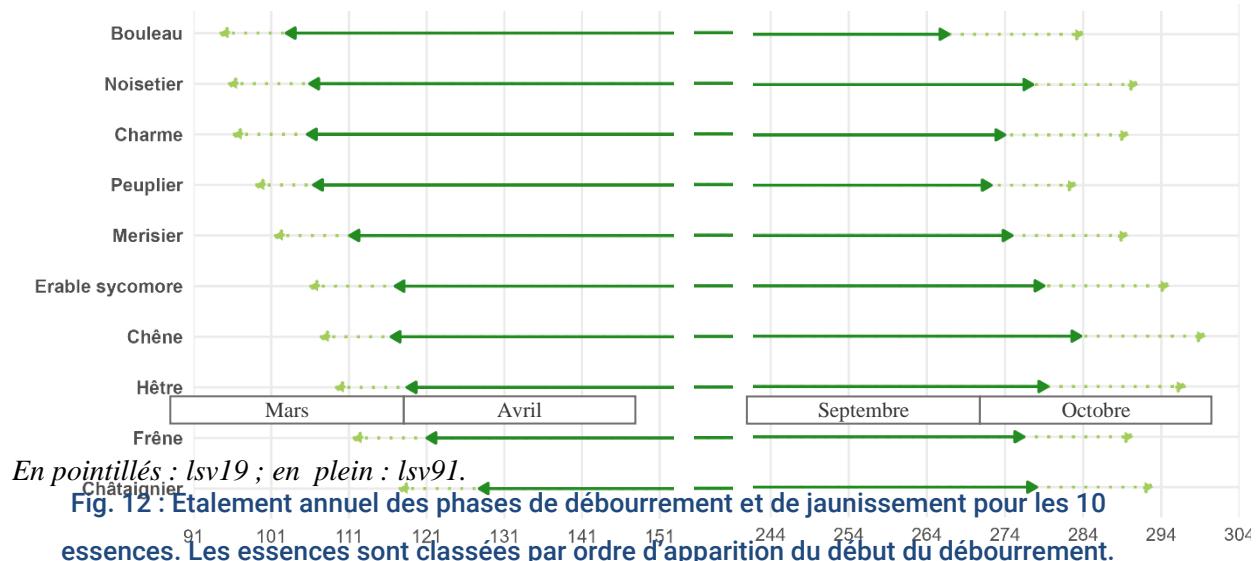
Fig. 11 : Influence de la date de début de débourrement sur la date de fin de jaunissement de la même année ($a=0,286$ et $R^2=0.055$)

De nouveau, pour le chêne et le hêtre aucune tendance n'est détectable. Pour les chênes, le modèle linéaire indique une faible pente positive (pente = 0,1 jour/jour, $R^2 \approx 0,0057$), ce qui va dans le sens des résultats de l'étude française de Charlet de Sauvage en 2022 [1]. Alors que pour les hêtres, la pente est quasi nulle (pente = 0,016 jour/jour, $R^2 \approx 0,0001$). Mais dans les deux cas, le résultat est non significatif ($p = 0,254$ et $0,849$ respectivement), suggérant qu'aucun effet clair du débourrement sur le jaunissement de la même année n'est présent.

2.3.2.7 Résultats et discussions sur la longueur de la saison de végétation

La figure 6 permet d'illustrer, en moyenne, les longueurs de saison de végétation courtes et longues des différentes espèces.

Phases phénologiques par essence



Longueur de saison moyenne des principales essences

La saison de végétation courte (lsv91) dure en moyenne 164 jours, contre 190 jours pour la longue (lsv19). Notons que cette dernière fait souvent référence dans les travaux scientifiques ([3], [6], [7]). Que l'on considère lsv91 ou lsv19, c'est le châtaignier qui a en moyenne la saison de végétation qui dure le moins longtemps, avec respectivement 152 et 177 jours (Tab. 9 et 10). Néanmoins, d'après le tableau 7, le châtaignier n'a pas ses moyennes significativement différentes du frêne (lsv19 et lsv91) et éventuellement du peuplier (lsv91).

A l'inverse, c'est le noisetier qui a la saison de végétation qui dure le plus longtemps, avec respectivement 172 et 196 jours, pour la courte et la longue. Néanmoins, il ne monte aucune différence significative avec de nombreuses autres espèces (le bouleau, le charme, le chêne, le merisier, le peuplier et éventuellement l'érable pour lsv19).

Tab. 9 : Moyennes (écart-type) de longueur de saison courte de végétation (lsv91) par espèce, par ordre croissant, avec indication des groupes significativement homogènes

Essences	Saison de végétation courte			
	moyenne	(e-t)	[min-max]	Groupe
<i>Castanea sativa</i>	152	(13,39)	[121-188]	a
<i>Fraxinus excelsior</i>	155	(16,3)	[111-206]	ab
<i>Fagus sylvatica</i>	161	(14,18)	[118-208]	bc
<i>Acer pseudoplatanus</i>	162	(15,74)	[104-208]	bcd
<i>Betula pendula</i>	165	(13,61)	[140-195]	bcde
<i>Prunus avium</i>	165	(13,17)	[139-198]	cde
<i>Populus sp.</i>	167	(15,08)	[137-207]	cde
<i>Carpinus betulus</i>	168	(14,18)	[129-196]	de
<i>Quercus sp.</i>	168	(15,84)	[126-205]	e
<i>Corylus avellana</i>	172	(12,6)	[140-210]	e

Tab. 10 : Moyennes (écart-type) de longueur de saison longue de végétation (lsv19) par espèce, par ordre croissant, avec indication des groupes significativement homogènes

Essences	Saison de végétation longue			
	moyenne	(e-t)	[min-max]	Groupe
<i>Castanea sativa</i>	177	(12,87)	[153-199]	a
<i>Fraxinus excelsior</i>	178	(14,4)	[144-215]	a
<i>Populus sp.</i>	187	(12,89)	[161-222]	abc
<i>Fagus sylvatica</i>	188	(14,93)	[129-227]	b
<i>Acer pseudoplatanus</i>	189	(17,43)	[148-235]	bc
<i>Prunus avium</i>	190	(14,63)	[151-221]	bc
<i>Betula pendula</i>	191	(13,68)	[168-217]	bc
<i>Carpinus betulus</i>	194	(14,53)	[156-231]	bc
<i>Quercus sp.</i>	194	(15,51)	[160-236]	c
<i>Corylus avellana</i>	196	(12,42)	[172-246]	c

Sur la région, les longueurs de saison de végétation courtes du chêne et du hêtre sont respectivement de 168 et 161 jours en moyennes ; et celles longues s'élèvent respectivement à 194 et 188 jours (soit une saison supérieure de 6 jours pour le chêne). Dans les deux cas, les moyennes sont significativement différentes. L'écart observé n'atteint pas les 20 jours mis en évidence par LEBOURGEOIS et al. 2008 [6], mais reste cohérent avec.

Le jaunissement a une influence plus forte que le débourrement sur la longueur de saison de végétation

Le modèle linéaire évaluant l'influence de la date de débourrement (dd1) et de la date de jaunissement (dj9) sur la durée de la saison végétative (lsv19) montre un effet extrêmement fort et significatif des deux variables ($p < 0,001$ pour chacune) (Fig. 7). Sans surprise, un débourrement plus tardif réduit la durée de saison, tandis qu'un jaunissement plus tardif l'allonge. Cependant, l'analyse standardisée des coefficients révèle une information écologique supplémentaire : l'effet du jaunissement ($\beta = +0,81$) est plus fort que celui du débourrement ($\beta = -0,71$). Cela indique que, dans les données, la variabilité interannuelle de la durée de saison végétative est davantage impactée par la variabilité de date en automne que par celle au printemps. Autrement dit, les variations de durée dans

la saison végétative sont plus fortement liées aux processus automnaux qu'aux processus printaniers.
Les résultats du chêne et du hêtre suivent la même tendance.

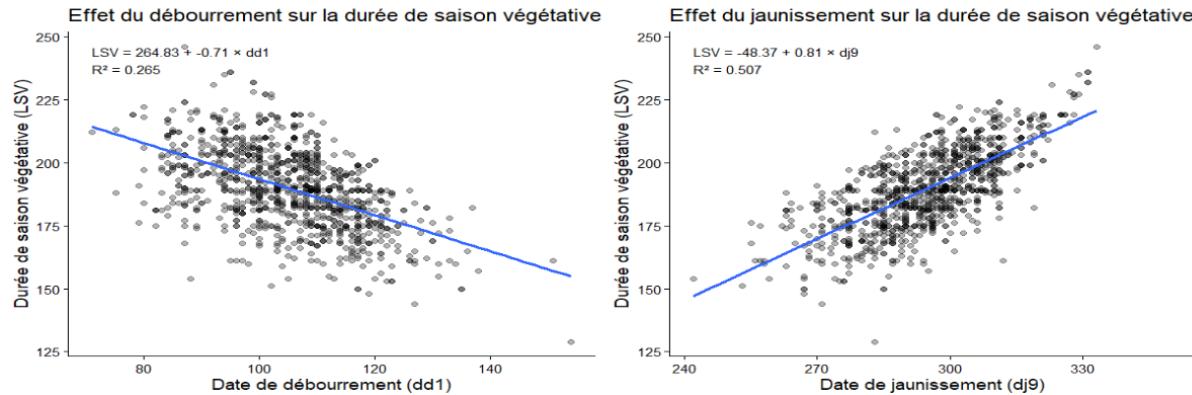


Fig. 13 : Effet du débourrement dd1 et du jaunissement dj9 sur la longueur de saison de végétation lsv19

2.3.2.8 Synthèse des résultats

La phénologie des plantes correspond à l'étude des cycles annuels de développement et des facteurs qui influencent ces cycles. Grâce au réseau de volontaires, 326 placettes ont pu être observées (débourrement et/ou jaunissement) sur 66 communes réparties sur toute la région Hauts-de-France depuis 1997 en forêt publique et depuis 2007 en forêt privée. Cette présente étude s'est concentrée sur quelques données phénologique clés telles que la première date de débourrement (dd1), la dernière date de jaunissement (dj9) et la longueur de la saison de végétation la plus longue (dj9). Différences analyses statistiques ont été réalisées et les résultats cités ci-après ont tous été sélectionnés parce qu'ils étaient significatifs.

Caractérisation de la phase de débourrement et de jaunissement : le facteur « Essence » prédominant

Pour la période 2007-2024, le débourrement débute (dd1) en moyenne du 4 au 26 avril, respectivement pour le bouleau et le châtaignier. Les essences ne débourent pas en même temps et il est alors possible de distinguer des successions, avec en essences précoces le bouleau, le charme et le noisetier (et peuplier) (cf. essences de sous-étage); suivis du merisier ; puis de l'érable sycomore ; et enfin, celles tardives, le châtaignier (et le frêne). Pour les chênaies et les hêtraies, leurs comportements de débourrements sont très similaires et occupent la seconde moitié du mois d'avril (alors que la littérature dit le chêne plus précoce). La durée moyenne du débourrement est de 10 jours, mais certaines essences ont un débourrement rapide (le peuplier) ; ou, à l'inverse, long (l'érable sycomore). Le jaunissement quant à lui, termine (dj9) en moyenne entre le 10 et le 27 octobre, respectivement pour le peuplier et le chêne. De nouveau, il existe une succession mais les tendances sont moins nettes et une seule essence intermédiaire (le hêtre) n'est distinguable entre celles précoces (bouleau, charme, peuplier) et celle tardive (chêne). Cette fois-ci il y a donc bien une différence entre hêtre et chêne. Quelle que soit l'essence, sa durée est plus longue que la mise en place des feuilles, avec une moyenne de 16 jours, même si, de nouveau, certaines ont un jaunissement plus court (le noisetier) et d'autres plus long (le hêtre).

Ceci dit, que ce soit pour le débourrement ou le jaunissement, les successions identifiées sont peu - voire pas du tout- visibles à l'échelle annuelle.

La durée de saison végétative longue est en moyenne de 190 jours. De nouveau, il y a de fortes disparités entre les essences avec certaines dont les durées moyennes sont inférieures à 180 jours (châtaignier et frêne) ; alors que d'autres dépassent 190 jours (noisetier et chêne). En cohérence avec la littérature, le hêtre a une saison en moyenne plus courte que le chêne ; mais cette différence est moindre qu'attendue avec seulement 6 jours (188 et 194 jours respectivement).

A noter que le jaunissement a un effet de contrôle plus prononcé que le débourrement sur la saison de végétation.

Une inter-influence faible mais nette entre débourrement et jaunissement

Les deux phases phénologiques considérées ont une influence l'une sur l'autre : un retard de jaunissement induit un léger retard sur le débourrement suivant; et inversement, un retard de débourrement induit un léger retard sur le jaunissement suivant. Ce dernier est même un peu plus accentué. Toutefois, cette influence n'est détectée ni chez le hêtre, ni chez le chêne.

Au cours des années, une évolution perceptible pour les jaunissements mais pas pour les débourrements

Toutes essences confondues, une très faible tendance à la précocité du débourrement se dégage au fil des années, mais cette dernière n'est pas significative. En revanche, cette tendance est significative pour le jaunissement, et le retard s'élève à 0,63 jour par an (similaire pour le hêtre ; mais de 0,81 pour le chêne).

Les facteurs spatiaux plus ou moins cohérent avec la littérature scientifique

Les facteurs spatiaux (latitude, longitude et distance à la mer) ont des effets significatifs sur les phases phénologiques, mais pas toujours en cohérence avec ceux présentés dans la littérature scientifique.

Sur la région, une translation de 100 km vers l'Est se traduit par un débourrement avancé d'environ 5 jours, toutes essences confondues et le décalage monte même à 6,6 jours chez le chêne (contraire à la littérature). Les relations sont non significatives pour les jaunissements.

Une translation de 100 km vers le Nord, tarde le débourrement d'environ 5 jours (cohérent avec la littérature) et avance le jaunissement de presque 6 jours, toutes essences confondues. La saison de végétation s'en trouve alors raccourcie. Ces valeurs montent jusque 6,7 et 7,5 chez le chêne, respectivement pour le débourrement et le jaunissement.

Enfin, en s'éloignant de la côte de 100 km, le débourrement est avancé de 3,8 jours en moyenne et la précocité atteint même 5,7 jours chez le chêne. Les relations sont non significatives pour les jaunissements.

Aucune relation avec un facteur spatial n'est significative chez le hêtre mais l'étude belge de Marchand et al. 2020 [7] indique que la variabilité du hêtre était plus grande que les autres essences étudiées (chêne et bouleau), ce qui pourrait expliquer une absence de signal significatif.

Les facteurs climatiques

Les zones climatiques définies, présentent effectivement des différences significatives de moyennes, que ce soit toutes essences confondues, pour le chêne ou pour le hêtre. D'ailleurs, les résultats géographiques précédents se retrouvent visuellement via ces zones climatiques.

2.3.2.9 Annexe 1 : Les zones climatiques et leurs caractéristiques climatiques



Découpage climatique de la région Haut-de-France (Météo France, 2013) avec températures et pluviométrie moyennes entre 1991 et 2020

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE :

- [1] Charlet de Sauvage J., Vitasse Y., Meier M., Delzon S., Bigler C.. 2022. **Temperature rather than individual growing period length determines radial growth of sessile oak in the Pyrenees.** *Agricultural and Forest Meteorology*, vol. 317. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2022.108885>
- [2] Gafenco I.M., Plesca B.I., Apostol E.N., Sofletea N.. 2022. **Spring and Autumn Phenology in Sessile Oak (*Quercus petraea*) Near the Eastern Limit of Its Distribution.** *Forests*. <https://doi.org/10.3390/f13071125>
- [3] Keenan T.F. and Richardson A.D.. 2015. **The timing of autumn senescence is affected by the timing of spring phenology: implications for predictive models.** *Global Change Biology* vol. 21, Issue 7. <https://doi.org/10.1111/gcb.12890>
- [4] Lebourgeois F., Cecchini S., Godfroy P., Lanier M., Pierrat J.-C, Ulrich E.. 2006. **Phénologie des peuplements du RENECOFOR : variabilité entre espèces et dans l'espace, et déterminisme climatique.** *Rendez-vous Techniques*, vol. 13, pp. 23-26. <https://hal.inrae.fr/hal-02658289v1/document>
- [5] Lebourgeois F. and Godfroy P.. 2006. **Analyse de la variabilité spatiale et temporelle et du déterminisme climatique de la phénologie des peuplements du Réseau National de Suivi à Long Terme des Ecosystèmes Forestiers (RENECOFOR).** <https://hal.science/hal-02814901>
- [6] Lebourgeois F., Pierrat J.-C., Perez V., Piedallu C., Cecchini S., Ulrich E.. 2008. **Déterminisme de la phénologie des forêts tempérées françaises : étude sur les peuplements du RENECOFOR.** *Revue forestière française*, vol. LX, n° 3, pp. 323-343. <https://hal.science/hal-03449805/document>
- [7] Lebourgeois, F., Pierrat, J. C., Perez, V., Piedallu, C., Cecchini, S., Ulrich, E.. 2010. **Changement des dates de débourrement et de jaunissement des chênaies et des hêtraies françaises au cours du XXIe siècle.** *Revue forestière française*, vol. LXII, n° 6, pp. 607-624. <https://hal.science/hal-03449549v1/document>
- [8] Marchand L.J., Dox I., Gricar J., Prislan P., Leys S., Van den Bulcke J., Fonti P., Lange H., Matthysen E., Penuelas J.. 2020. **Inter-individual variability in spring phenology of temperate deciduous trees depends on species, tree size and previous year autumn phenology.** *Agricultural and Forest Meteorology*, vol. 290. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2020.108031>
- [9] Pureswaran D.S., Neau M., Marchand M., De Grandpré L., Kneeshaw D.. 2018. **Phenological synchrony between eastern spruce budworm and its host trees increases with warmer temperatures in the boreal forest.** *Ecology and Evolution*, vol. 9, Issue 1, pp.576-586 <https://doi.org/10.1002/ece3.4779>
- [10] Vitasse Y., Porte A. J., Kremer A., Michelet R., Delzon S.. 2009. **Responses of canopy duration to temperature changes in four temperate tree species: relative contributions of spring and autumn leaf phenology.** *Oecologia*, vol. 161, n°1, pp. 187-198. <https://www.jstor.org/stable/40310125>
- [11] Vitasse Y., François C., Delpierre N., Dufrene E., Kremer A., Chuine I., Delzon S.. 2011. **Assessing the effects of climate change on the phenology of European temperate trees.** *Agricultural and Forest Meteorology*, vol. 151, n°7, pp. 969-980. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2011.03.003>

2.4 DONNEES POLLINIQUES



Le Réseau national de surveillance aérobiologique (RNSA) qui surveillait depuis 1995 la propagation des pollens et les risques d'allergie, n'existe plus. Pour s'informer sur les risques liés aux pollens, c'est désormais un autre organisme qui va prendre le relais, le réseau ATMO, connu notamment pour ses alertes en cas de pollution de l'air avec les fameuses particules fines. ATMO a mis au point un nouvel indice, basé sur l'intelligence artificielle. Il prend en compte des modèles statistiques, les prévisions météo et les données issues de Copernicus, le programme de l'Union européenne pour l'observation de la Terre depuis l'espace. Cet indice pollen sera déployé début avril 2025 et il sera quotidien et à l'échelle des communes.

Pour le moment il n'y a pas de bilan régional 2025.

Pour plus d'info rdv sur le site <https://www.atmo-hdf.fr/>

2.5 DONNEES PHYTOSANITAIRES



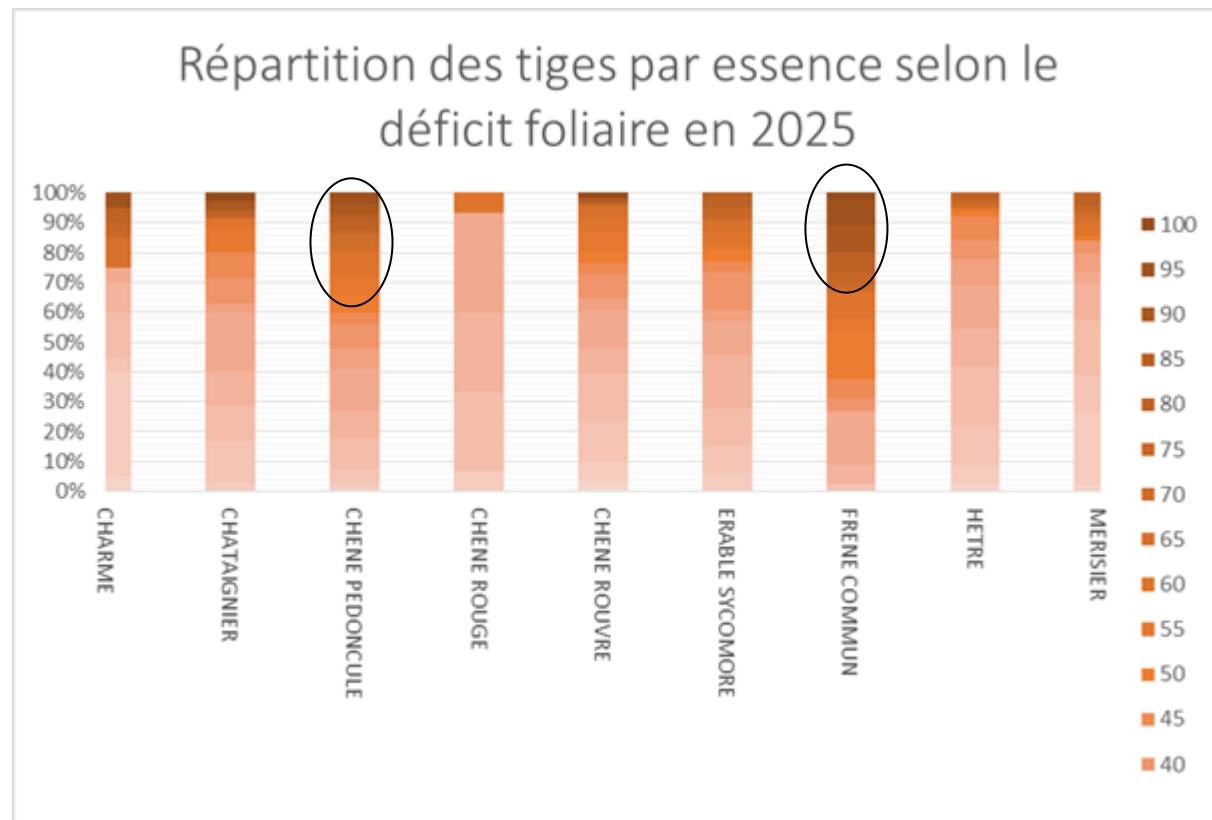
2.5.1 Synthèse des placettes

Cette synthèse a été réalisée à partir d'un document élaboré par le DSF et du bilan 2025 Hauts-de-France effectué par les correspondants-observateurs (C.O.) de la grande région.

Dans le cadre de la création d'un observatoire régional des écosystèmes forestiers, le CRPF Hauts-de-France a souhaité compléter le réseau systématique de suivi des dommages forestiers (13 placettes pour la région, dont 2 en forêts domaniales) par 22 placettes supplémentaires choisies sur des critères propres, de manière non systématique.

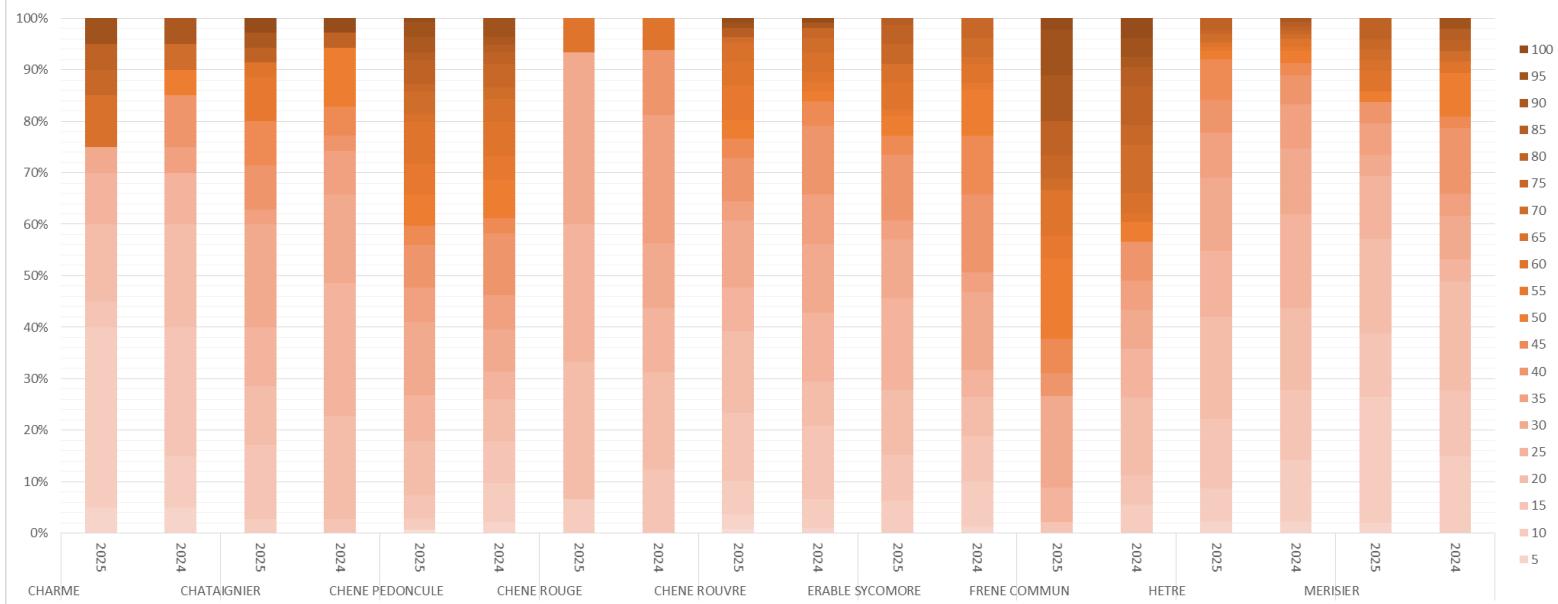
La saisie des notations a été faite sur le serveur internet du département de la santé des forêts (hébergé par l'IFN), selon les mêmes modalités que les saisies relatives au réseau systématique et donnent les résultats suivants.

Déficit foliaire



En 2025 les essences les plus touchées au niveau du déficit foliaire sont les frênes avec la chalarose mais également les chênes pédonculés qui dépérissent sur certains secteurs. Châtaignier, chêne sessile et érable sycomore ont des tiges en déficit foliaire élevée également. En effet, l'arrivée de l'encre sur châtaignier et de la suie de l'érable sur certains secteurs impactent les peupliers. Pour le chêne sessile il s'agit de défoliations temporaires ou de chênaies vieillissantes.

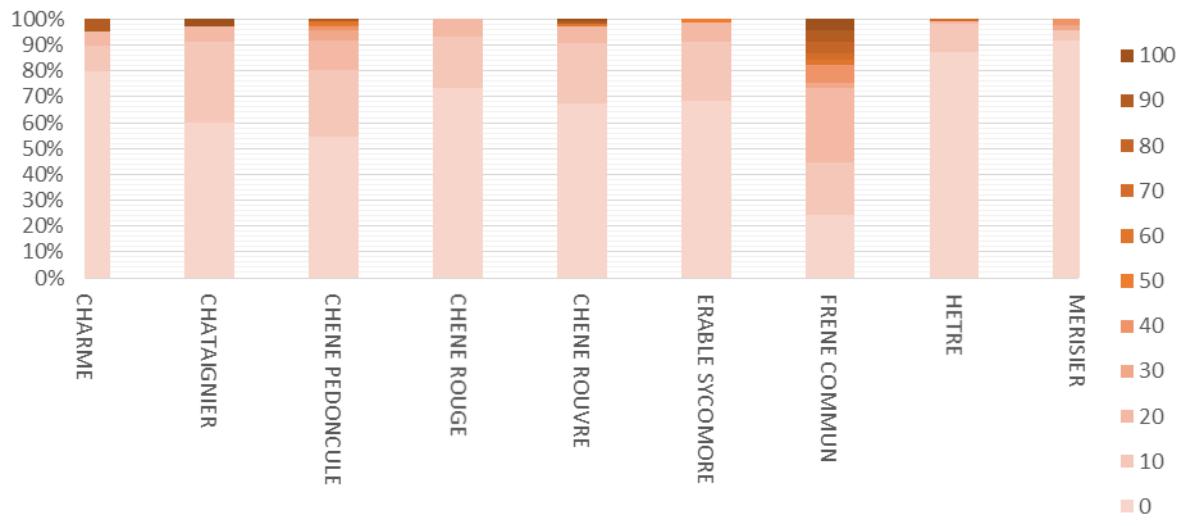
Comparaison 2024-2025 selon le déficit foliaire



Si l'on compare les déficits foliaires de 2025 à ceux de 2024, on observe une dégradation pour le frêne en premier, le châtaignier, le chêne pédonculé ainsi que le chêne sessile aussi mais plus faiblement. Les autres ont un état stationnaire. Il est donc important d'observer sur le long terme pour voir l'évolution sanitaire de ces différentes essences et y appliquer une gestion sylvicole associée.

Mortalité des branches

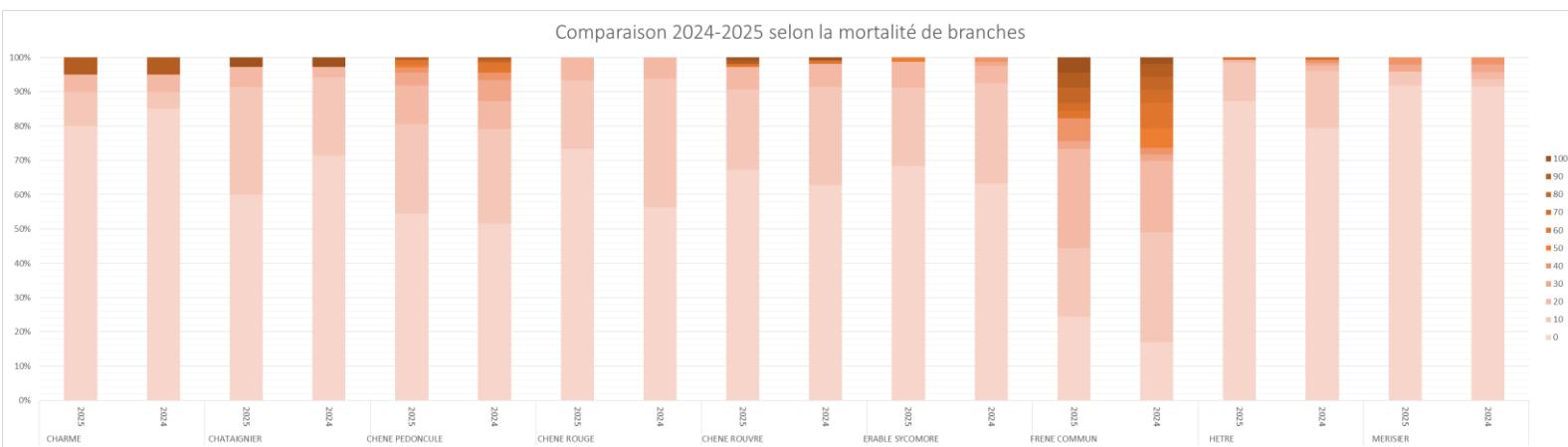
Répartition des tiges par essence selon la mortalité de branches en 2025



Les essences les plus touchées comme pour la mortalité est le frêne sans surprise.

Le comparatif 2024-2025 donne des tendances similaires au déficit foliaire avec une dégradation pour le frêne et châtaignier. Il y a des améliorations pour certaines essences comme le chêne rouge, hêtre et des états stables pour les autres essences

Hormis pour le frêne et le chêne pédonculé, l'état sanitaire des essences reste relativement bon sur le réseau. Il faudra toutefois rester vigilant sur les châtaigniers avec l'arrivée de l'encre et aussi l'érable sycomore ou quelques signalements de suie ont été recensés à la marge.



2.5.2 Synthèse régionale du DSF Nord-Ouest

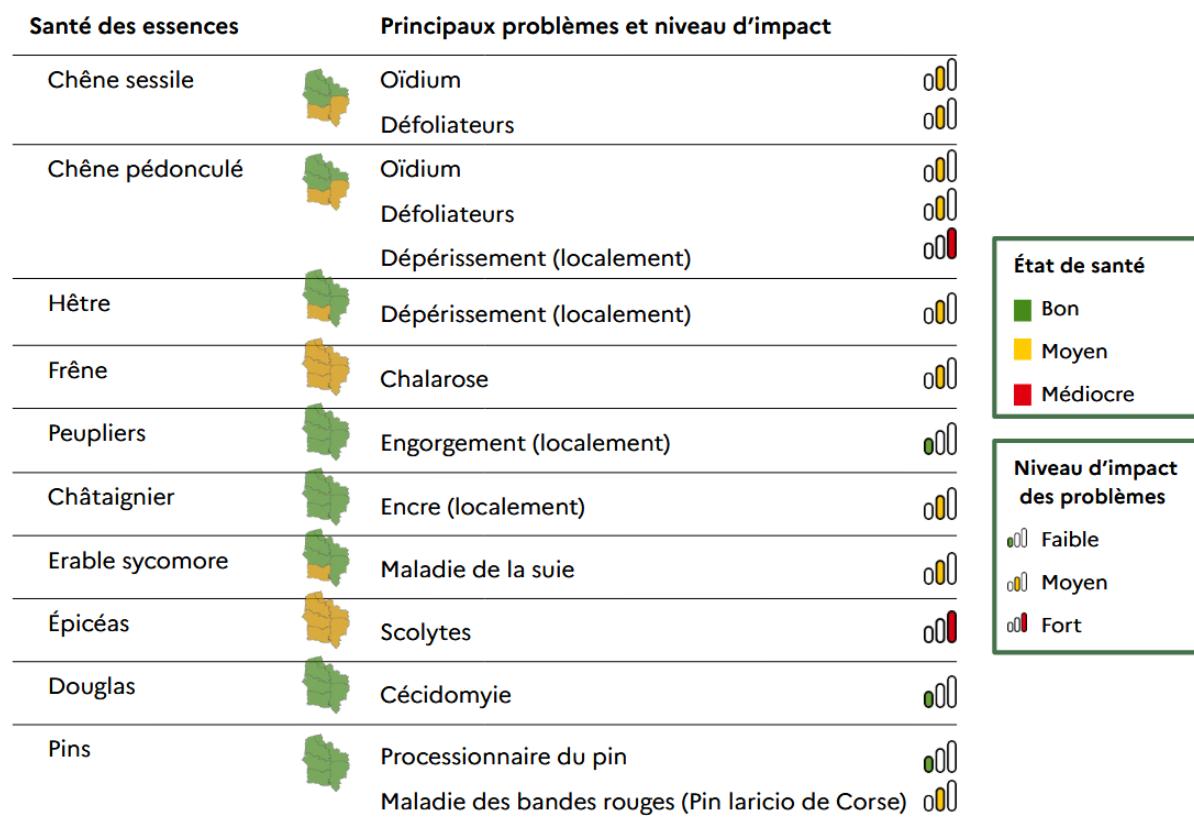
Faits marquants 2025

Une année 2025, avec un premier semestre doux et humide sans accident climatique particulier, favorable à la végétation et un second trimestre plus sec sans attaque sanitaire notable.

Il en a résulté :

- Une saison de végétation sans contrainte de croissance
- Une pluviométrie irrégulière mais présente aux bons moments (juin) favorable aux plantations
- Peu d'attaques pathologiques ou de ravageurs avec une baisse des signalements par rapport aux années précédentes
- Quelques problèmes de reprise sur peupliers liés à des facteurs abiotiques et des parasites de faiblesse

Indicateurs de santé des principales essences



Suivi des principaux problèmes

- █ Problème absent ou à un niveau faible
- █ Problème nettement présent, impact modéré
- █ Problème très présent, impact fort

Essences	Problèmes observés	2021	2022	2023	2024	2025
Toutes essences	Sécheresse	Vert	Jaune	Jaune	Vert	Vert
	Dégâts de gel	Jaune	Vert	Jaune	Jaune	Jaune
	Canicule	Vert	Jaune	Vert	Vert	Vert
Feuillus	Défoliateurs	Jaune	Vert	Jaune	Jaune	Localisé
	Oïdium du chêne	Jaune	Vert	Jaune	Jaune	Jaune
	Chalarose du frêne	Jaune	Jaune	Jaune	Jaune	Jaune
	Processionnaire du chêne	Jaune	Jaune	Vert	Vert	Vert
Peupliers	Dépérissement de chênes	Jaune	Jaune	Jaune	Jaune	Jaune
	Rouille du peuplier	Jaune	Vert	Vert	Vert	Vert
	Puceron lanigère	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert
Résineux	Scolytes	Epicéa	Epicéa	Epicéa	Epicéa	Epicéa
	Processionnaire du pin	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert
	Pathogènes foliaires	Jaune	Vert	Vert	P.L. Corse	Jaune

Événements climatiques de 2025



	Hiver (Déc. Jan. Fév.)	Printemps (Mars Avr. Mai)	Été (Juin Juil. Août)	Automne (Sept. Oct. Nov.)
Températures	Conformes à la normale	Très douces	Au-dessus des normales Canicule précoce	Au-dessus des normales
Pluviométrie	Très pluvieux en janvier Sécheresse en février	Contrasté Sec puis dans les normales sur la fin du printemps	Sécheresse précoce Pluviométrie irrégulière : façade ouest excédentaire et partie continentale sèche	Contrasté : excédentaire à l'ouest, déficitaire à l'est
Vent	Peu marqué	Peu marqué	Peu marqué	Tempête Benjamin du 23 octobre (vents 110 km/h)
Ensoleillement	Conforme à la normale	+ 30 % par rapport à la normale	+ 30 % par rapport à la normale	Conforme à la normale
Conséquences sur la forêt	Bon réapprovisionnement des nappes, pas de blocage des exploitations	Sécheresse précoce favorable aux incendies, précipitations favorables aux plantations	Les orages ont compensé les déficits	pas de blocage des exploitations
BILAN	<p>Les alternances sécheresse-orage/canicule-grisaille se sont neutralisées pour favoriser le bon développement de la végétation et ont freiné l'expansion des pathogènes et des ravageurs. Très bonne reprise des plantations.</p>			

Mauvaises reprises en peupleraie : problèmes fréquents et points de vigilance

Ces dernières années, des difficultés de reprise dans les plantations de peupliers nous ont été signalées. Parmi les raisons identifiées figurent notamment :

- des plançons plantés peu profonds ou des trous mal rebouchés, ce qui entraîne un mauvais contact sol/plançon et des poches d'air compromettant l'enracinement.
- des plantations de plus en plus tardives (mai/juin) augmentant ainsi les risques d'échec avec des sols secs et des températures élevées. Les plançons sont soumis à un stress hydrique important pouvant retarder leur développement voire provoquer leur mort

Recommandations pour s'assurer d'une bonne reprise :

- Utiliser en priorité des plançons A2 voire A1 et réservé les A3 pour les regarnis.
- Stockage des plançons avant la plantation : à l'ombre ou à l'abri du soleil direct, si possible maintenir les pieds dans l'eau pour éviter le dessèchement. Limiter toute exposition au vent ou aux fortes températures.
- Pour la plantation : privilégier la période de novembre à mars, couper le pied en biseau et ne pas hésiter à réduire sa longueur si nécessaire, planter à 80 cm de profondeur au minimum, tasser autour du plançon, étape indispensable pour son maintien et son enracinement.

A retenir : les échecs observés ces dernières années confirment l'importance déterminante de trois points : qualité du plançon, conditions de stockage et rigueur de la plantation. Une mauvaise plantation met les plants en difficulté, des pathogènes de faiblesse comme *Discosporium populeum* (Dothichiza du peuplier) peuvent alors entraîner des mortalités.



Symptômes de dothichiza sur peuplier (© Pinon)

Evolution de l'état sanitaire des chênes en Hauts-de-France entre 2020 et 2025



Chêne dégradé en catégorie D

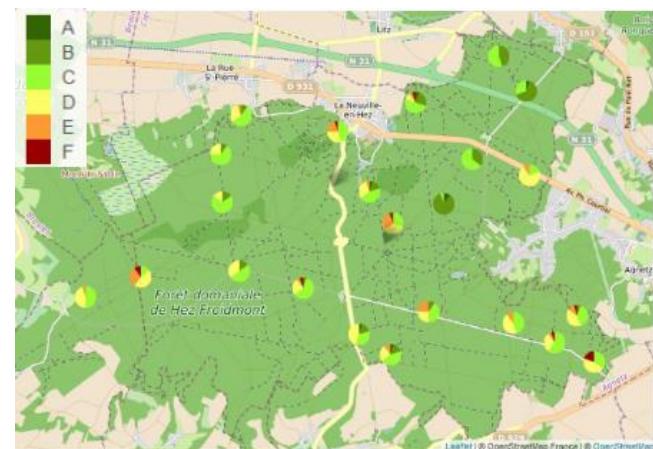
Le suivi du dépérissement du chêne réalisé en 2020 au niveau national pour évaluer l'état sanitaire des chênaies a été renouvelé cette année. Ce suivi a été effectué par les correspondants observateurs du DSF sur les mêmes massifs que la campagne précédente. L'observation des huppiers à l'aide de la méthode DEPERIS permet de mesurer le dépérissement par l'absence de ramifications et la présence de branches mortes.

Les 10 massifs étudiés en Hauts-de-France (7 forêts domaniales et 3 forêts privées) se situent dans l'Aisne (4 massifs), dans l'Oise (3 massifs), dans le Nord (2 massifs) et dans la Somme (1 massif). 4 700 arbres ont été ainsi observés.

Au niveau résultats, les deux massifs du département du Nord évoluent peu et restent en bon état sanitaire. Les massifs au nord de l'Aisne conservent un niveau correct, même si la forêt de Saint Gobain-Pinon est plus contrastée avec une zone plus dégradée à l'ouest.

Dans l'Oise et le sud de l'Aisne, 2 des 4 massifs inventoriés conservent un état sanitaire stable et correct. Un massif se dégrade de bon à correct tandis que le massif de Hez Froidmont se dégrade plus fortement.- Le massif de la Somme se stabilise à un niveau correct mais avec 50 % de placettes dégradées. Les évolutions sont donc modérées avec une aggravation inférieure à une classe de dépérissement passant d'un état semi-dégradé à dégradé en 5 ans. Ces résultats soulignent une relative résilience des massifs suivis, tout en rappelant la nécessité de maintenir une vigilance continue face aux effets du changement climatique

Résultats de l'enquête nationale



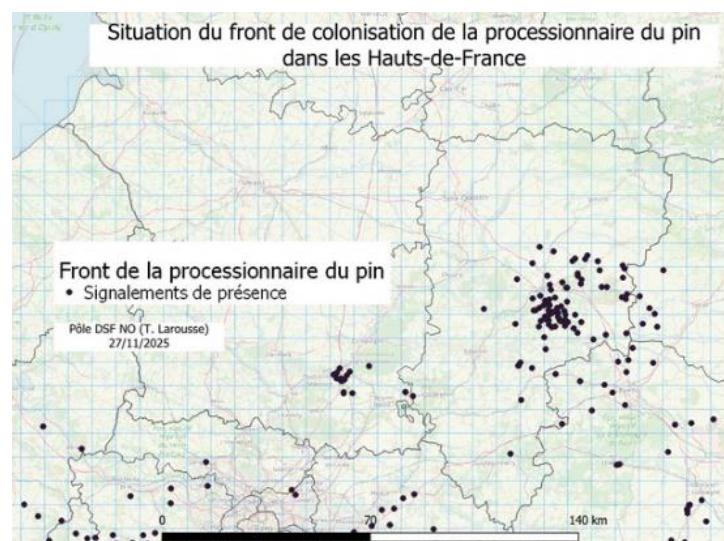
Notation DEPERIS 2025 en FD de Hez-Froidmont

BREVES

→ **Un foyer de nématode du pin a été détecté dans les Landes sur Seignosse (40)** : ce ver microscopique, transporté par un insecte vecteur du genre *Monochamus*, attaque les résineux, principalement les pins (maritime, sylvestre, pins noirs) et provoque le flétrissement puis la mort des arbres atteints. Il a été découvert pour la première fois sur notre territoire (Landes) en novembre 2025. C'est un organisme de quarantaine prioritaire, réglementé en Europe et suivi par le DSF depuis 2000. Des mesures de lutte et de prospection sont en cours de réalisation en Nouvelle Aquitaine afin d'enrayer sa propagation. Aucun cas n'est à déplorer à ce jour dans les Hauts-de-France. Pour en savoir plus

→ **Enquête chalarose** : La chalarose du frêne, *Hymenoscyphus fraxineus* est une maladie cryptogamique qui provoque des mortalités de rameaux et des nécroses au collet voire la mort des arbres. Suite au road sampling de 2017, effectué dans le Nord et l'Est de la France pour déterminer l'état sanitaire des frênaies françaises impactées par l'épidémie de chalarose, une nouvelle campagne de notation a été réalisée durant l'été 2025 sur les précédents points afin d'analyser l'évolution des peuplements concernés. Les paramètres observés ont été les surfaces terrières en frêne, leur état sanitaire, le renouvellement des peuplements, la gestion réalisée. Sur la région, 43 placettes ont été visitées (20 dans l'Aisne, 15 dans l'Oise, 2 dans le Nord, 6 dans le Pas-de-Calais). Les résultats sont en cours d'analyse.

→ **Processionnaire du pin** : cette chenille défoliatrice, marqueur important de l'augmentation des températures, est en forte progression dans la région. Elle est pour l'instant surtout cantonnée aux arbres isolés sans causer de dégâts significatifs aux forêts. Néanmoins, ses propriétés urticantes doivent inciter à la prudence et à la prévention dans les secteurs concernés surtout s'ils sont fréquentés par le public. Les populations actuelles progressent régulièrement et leur implantation sera affinée en 2026 par l'INRAE.



Vos interlocuteurs en 2026



Forêts privées

Aisne
DURIEUX Vincent
vincent.durieux@aisne.gouv.fr
03.23.27.66.48

Aisne Sud
BESNARD Clémence
clemence.besnard@cnpf.fr
06.77.52.52.58

Somme
VALANCHER Aubin
aubin.valancher@cnpf.fr
07.61.24.54.62

Oise
PILLON Marie
marie.pillon@fransylva.fr
06.76.57.10.64

Nord, Pas-de-Calais, Somme
HAVET Noémie
noemi.havet@cnpf.fr
06.89.85.78.22

Pas-de-Calais
HOCHART Jérôme
jerome.hochart@pas-de-calais.gouv.fr
03.21.50.30.12

LAGER Julien
julien.lager@cnpf.fr
06.74.23.41.81



Forêts publiques

Aisne
MONFROY Stéphane
stephane.monfroy@onf.fr
06.46.43.11.57

Oise, Somme
BRAULT Stéphane
stephane.brault@onf.fr
06.20.01.17.06

Somme, Nord, Pas-de-Calais
BOUCHET Simon
simon.bouchet@onf.fr
06.24.78.41.74



Le présent document est le fruit des observations des **correspondants-observateurs**, qui détectent, diagnostiquent et surveillent les problèmes sylvosanitaires et les écosystèmes forestiers. Ils appartiennent aux administrations et organismes forestiers et sont sous le pilotage du Pôle interrégional Nord-Ouest de la Santé des Forêts.

→ [En savoir plus sur les correspondants-observateurs](#)



2.6 DONNEES DENDROLOGIQUES

L'année 2025 n'a pas fait l'objet de relevés dendrométriques.

2.7 REACTUALISATION DU POOL DE PLACETTES

Depuis quelques années, toutes les placettes ne sont pas visitées.

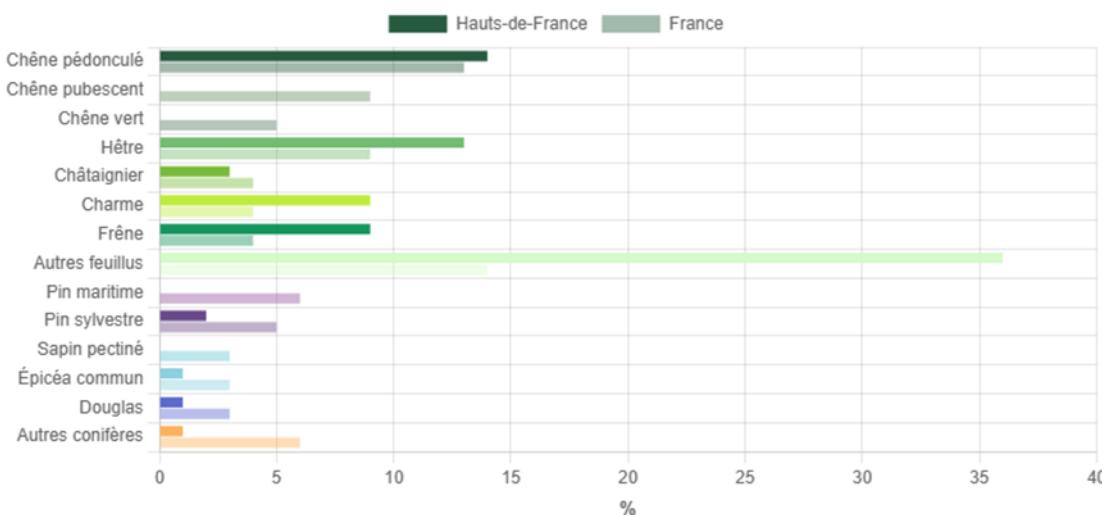
En effet, les placettes suivantes ne font plus l'objet de suivi :

- Nouvron Vingré (coupe totale de la parcelle) ne rentre plus dans les critères du protocole DSF
- Montagny Sainte Félicité tempête a été dévastée par une tempête
- la placette OREF 922 suite à la chalarose du frêne n'est plus pertinente

Suite à ce constat il a été jugé bon d'installer de nouvelles placettes d'observations et qui plus est des peuplements de résineux ;

Si l'on regarde la présence des essences résineuses en région le taux de répartition est le suivant (source : observatoire forêt)

Part de la superficie forestière par essences (2019-2023)



Comme l'épicéa commun n'est plus planté en région suite à la crise des scolytes et face aux changements climatiques, nous retenons **pin sylvestre** et **douglas** en doublant les observations sur douglas et en installant deux placettes de pins sylvestres.

Douglas

Quelques tiges de Douglas sont déjà observées sur la placette de Ligescourt (80). Nous proposons de compléter l'observation du douglas par l'installation d'une nouvelle placette si possible sur une station ou un secteur à risque de déficit hydrique.

Lorsque l'on regarde la couverture de cette essence en région on remarque que les principaux peuplements sont dans l'Aisne et l'Oise.

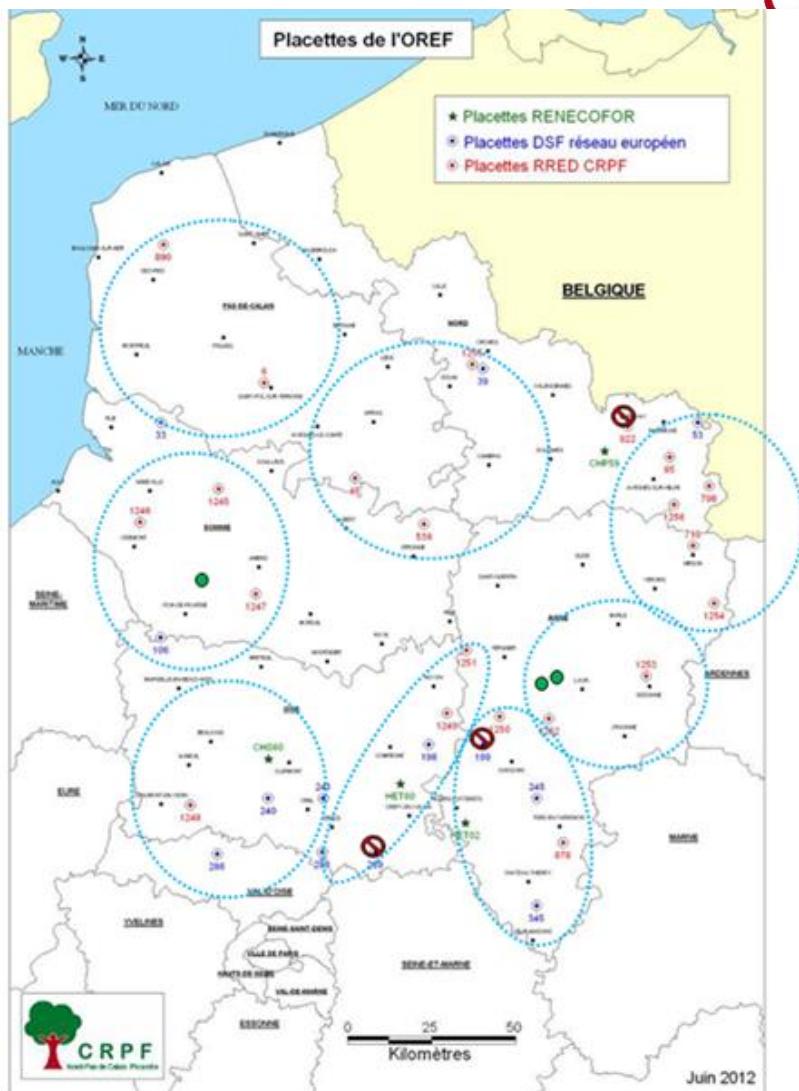
Comme il y a déjà beaucoup de placettes dans l'Oise nous nous focalisons sur l'Aisne si possible sur des propriétés à PSG connues avec des placettes expérimentales déjà présentes pour faciliter le contact. Enfin le **pin sylvestre** est une essence résineuse la plus abondante en région. Nous proposons d'en installer deux à des endroits climatiques stationnels différents.

L'une sur une partie plus à risque, l'autre sur le flan océanique de préférence

Une sera installée à monceaux les leups, tout comme celle du douglas)

Une placette de pins sylvestre dans la Somme

Installation en 2026



3 Conclusion

Pour cette année 2025, les conditions climatiques ont permis d'avoir une alimentation en eau assez régulière tout au long de l'année, ce qui a permis de limiter les impacts sanitaires et garantir de bonne croissance et reprise de plantation. Néanmoins, certaines essences continuent d'être impactées : les frênes avec la chalarose, la maladie de l'encre sur châtaignier tout comme la suie de l'érable.

L'année 2025 marque l'arrêt de l'indicateur phénologie faute d'observateurs suffisants. La troisième campagne botanique a donné des résultats assez similaires aux autres années.

2026 sera marquée par l'installation de 3 autres placettes pour étudier davantage les essences résineuses en région et un retour des croissances avec les mesures dendrométriques.

L'OREF est un support de communication pour illustrer les effets du changement climatique sur les forêts pour différents types de public : propriétaires, universitaires, acteurs du territoire etc.

4 Perspectives et remerciements

Toujours dans l'optique d'une amélioration continue, l'OREF renforce le partenariat avec les structures, développe de nouveaux items en lien avec le changement climatique et participe à alimenter d'autres projets que ce soit au CNPF mais aussi avec d'autres structures (Université Picardie Jules Verne, CERDD...) Tout cela n'est réalisable qu'avec l'aide et l'appui des personnes et structures qui portent cet observatoire. Le CNPF remercie chacun de ses partenaires sur sa contribution précieuse.

CNPF Hauts-de-France-Normandie

Site des Hauts-de-France
96 rue Jean MOULIN
80000 AMIENS
Tél. : 03 22 33 52 00
www.hautsdefrance-normandie.cnpf.fr



Document conçu et réalisé en 2026 avec l'appui financier de la Région Hauts-de-France



Coordination et mise en page :

Noémi HAVET

Rédacteurs :

HAVET Noémi

SURMONT Pauline

Les correspondants observateurs du DSF

Réalisation et édition : Février 2026 – CNPF
Crédits photos : CNPF-DSF